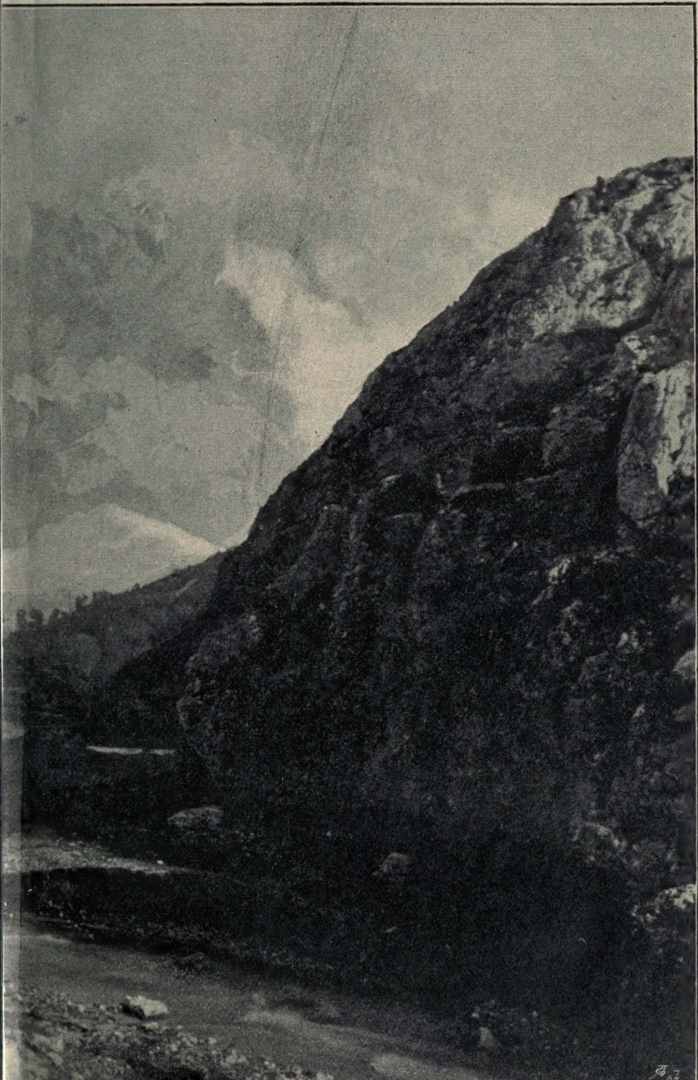
СРПСКА КЊИЖЕВНА ЗАДРУГА 28

ИЗ НАУКЕ О СВЕТЛОСТИ

НАПИСАО

Ђ. М. СТАНОЈЕВИЋ

Јелашничка кли[ср]а



Фотогр. Ђ. М. Ст.

ра (код Ниша).

28 СРПСКА КЊИЖЕВНА ЗАДРУГА 28

ИЗ НАУКЕ О СВЕТЛОСТИ

НАПИСАО

Ђ. М. СТАНОЈЕВИЋ

СА 158 СЛИКА

1892

У БЕОГРАДУ

ШТАМПАНО У ДРЖ. ШТАМПАРИЈИ КРАЉЕВИНЕ СРБИЈЕ

1895

ПРЕДГОВОР

И ако човек има пет чула, пет „капија“ кроз које спољашњи утисци и природне појаве улазе у његову унутрашњост, ипак су и најмногобројнији и најважнији они утисци и оне појаве, за које човек дознаје помоћу својих очију. Светлост и светлосне појаве обавештавају нас не само о ономе што се збива у непосредној близини нашој, на нашој земљи и њеној атмосфери, већ нам је светлост и једини гласник свега онога, што постоји и што се догађа далеко ван земље, на небу, у васељени.

Позван од Управе Српске Књижевне Задруге да за њена издања спремим једну књигу из предмета којим се бавим, држао сам да је најприродније почети тим општим и најважнијим посредником између блиског и далеког света с једне, и нас с друге стране. Тако су постале ове поуке из науке о светлости.

Светлосне појаве, разнолике по постанку и по утицају своме, могу изазвати, а врло често и изазивају, нешто услед несавршености наших очију, а нешто због нашега непознавања светлосних закона,

многе погрешне мисли, многа погрешна веровања, многе заблуде и празноверице. Свега тога има код свих народа, па дакле и у нашем народу. Због тога народна књига, као што је ова, па ма била и из науке, ваља на ту страну да скрене пажњу оних којима је упућена; треба да им те појаве изнесе и опише, и да их поучи, како ће у њима видети оно што је истинито, а издвојити оно што је варљиво и на први поглед неразумљиво, и што их упућује да баш томе приписују неку чудотворност и ванприродност.

Руковођен таквим мислима, старао сам се да ову књигу тако и напишем: да научним истинама о светлости протумачим један део неразумљивих и чудноватих светлосних појава, с којима се или сами сретамо или нам о њима други причају. Колико сам у томе успео, остаје читаоцима да оцене.

Научне поуке, упућене било почетницима било широј публици, морају бити очигледне и узете из свагдашњег живота. С тога би најпотпунији начин поучавања у овим стварима био експерименталан: ваљало би да се пред читаоце изазову, изведу и покажу све појаве, о којима се говори, онако како се оне у истини збивају. Ну пошто је то ствар немогућна, старао сам се да ту очигледност представим згодно изабраним сликама, али не сликама геометриским (као што се то обично ради), већ сликама из живота, из природе, сликама које је сваки или видео или о њима од других слушао и по којима би извесним појавама у другој прилици већу пажњу обратио или би их и сам изазвати могао. На тај начин држим да сам успео, ако не сасвим, а оно бар приближно да заменим експеримент, који је

иначе тако важан за популарисање природних наука. По себи се разуме да су те слике, где је требало, морале бити објашњене геометриским цртежима, како ради оних, који би хтели саму ствар боље да разумеју, тако и ради онога не малог броја читалаца, који у овом предмету нису почетници.

Поред слика и њихових описа, позајмљених од признатих страних аутора (Guillemin, Desbeaux, Marion и др.), покушао сам, да код неких појава скренем пажњу на наше, српске светлосне лепоте, и да на тај начин упутим читаоце на нажљивије посматрање оне разнолике игре светлости, која се у свима нашим пределима тако често јавља.

Ђ. М. Ст.

ПРЕГЛЕД САДРЖИНЕ

И рече Бог: „Нека буде светлост!“

ИЗ НАУКЕ О СВЕТЛОСТИ

„И рече Бог: *Нека буде светлост!*“

Првом својом речи раставио је Творац светлост од таме, да у осветљеној природи изведе своје замишљено дело.

И од самога свога постанка, па непрестано, светлост је била и биће извор свега видљивог и невидљивог живота и кретања, не само на нашој земљи него и у целој васељени. Светлост је узрок и повод свима онима појавама, које видимо да се свакодневно дешавају у нашој најближој околини, у нашој атмосфери као и на површини наше земље, на врховима брегова као и у долинама и равницама, у врелим пределима екваторским као и у леденим крајевима поларним. Свима разноликим променама, које на сваком кораку сретамо, узрок је светлост: једне се јављају периодички и правилно, јер зависе од тако исто правилних

кретања наше земље, друге долазе изненадно и неочекивано и онда у толико више својом појавом, а често и лепотом, изазивају нашу пажњу. И биле све те светлосне појаве ма какве, оне увек привлаче на се пажњу свакога од нас, како незналице тако и научара: једни им се диве и чуде, а често их се и плаше; други их посматрају, испитују и проучавају...

„И светлост назва Бог дан, а таму назва ноћ."

Дан и ноћ, праћени јутром и вечером, јесу најпростије, најчешће, најобичније и најпознатије светлосне појаве на нашој земљи. Па каквих огромних промена у сјајности, у нијансама боја, у растењу и опадању светлости, како у ваздуху и облацима, тако и на површини земљиној, на суву и на води! На једном се истом месту, према добу дана, према добу године или стању времена, изглед предела најразноврсније мења; час је весео и светао, час тужан и суморан; на једној страни обилато просута светлост, на другој се једва провиде поједини предмети у тами и мраку. (Натписна слика представља игру светлости и сенке у Јелашничкој клисури код Ниша).

Као год што се промене светлосне дешавају код нас, у умереним пределима, тако су исто оне разнолике и у осталим појасевима наше земље; како на половима тако и на екватору. У колико се више приближујемо

једном или другом полу, у толико се час ноћ час дан све више продужују, док најзад целу годину не поделе на два једнака дела. У извесно доба сунца нема по више месеца над хоризонтом; једина светлост, која обасјава дугу поларну ноћ, јесте слаба месечина, праћена с времена на време бледом северном светлошћу. Па онда тако дугу ноћ замени исто тако дуги дан са бледим сунцем, које се по кадшто тек појави кроз поцепане густе облаке.

Један очевидац на Шпицбергу овако описује те прилике поларне:

„Време је веома непостојано. После мртве тишине ваздушне на један пут стане грувати силан ветар. Небо, ведро по неколико сати, наоблачи се; магле готово увек има и тако је густа, да се једва виде предмети неколико корака далеко. Та нас магла, влажна и хладна, окваси скроз као киша. Буре и олује су непознате у овим пределима; ни лети се овде не чује грмљавина. У колико се више приближује јесен, у толико су магле гушће, а киша пређе у снег; сунце се све мање и мање издиже изнад хоризонта, а сјајност му све више опада. Први пут сунце зађе 11 августа; та прва ноћ није ништа друго до дуги сутон, али се сунце даљих дана поново јавља, док 14 октобра не сиђе у море и више не излази. Још за неко време осветљава слаби сутон небо око подне, али и то осветљење бива све слабије и слабије, док се сасвим не угаси. Онда је месец главни извор светлосни, који кроз поцепане облаке обасјава смрзнуту зем-

љу. Више пута поларна светлост замењује месечину. (Сл. 1.)

Сл. 1. *Поларна ноћ.*

„Од почетка јануара почиње око подне свитати и то свитање бива сваким даном све јаче; то је зора, која објављује повратак сунца. Најзад 4 фебруара један комад сунчеве површине, као каква светла тачка, засија неко кратко време, па га опет нестане; тога се дана ништа не ради, тај је дан општи празник; онда се узајамно чине честитања, игра се и весели се у славу васкрсења сунчева. Почев од тога доба, тај комад сунчеве површине бива сваког дањега подна све већи, док се најзад цела сунчева кугла не појави изнад хоризонта: то је крај дуге поларне ноћи. Све

до 9 априла наизменце се јавља дан и ноћ, а од тог доба наступа дуги дан, који траје четири месеца и за то време сунце никад не залази.“

Око екватора, на против, једва се разликују дани и ноћи по дужини целе године; сунце, веома сјајно и врело, пење се свакога дана скоро до зенита. Прелаз између дана и ноћи, као и обратно, много је бржи. Готово би човек рекао да нема ни вечери ни зоре. Месечева светлост, кад је има, није онако слаба као у пределима више или мање засићеним воденом паром, а месецом необасјане ноћи осветљава веома сјајна кумовска слама и блиставе звезде.

Сви дани и све ноћи, и то како оне кратке према екватору, тако и оне врло дуге на половима, постају и мењају се услед разноврсних положаја наше земље према природном и најјачем извору светлости, према сунцу. Да ли ће због окретања земљина око сунца и око себе сунце бити више или мање издигнуто над хоризонтом; да ли ће ваздушни слојеви, који омотавају нашу земљу, и кроз које мора сунчева светлост проћи, док до нас не допре, бити више или мање засићени воденом паром: према томе ће и сунчева светлост бити више или мање преломљена, расута и упијена; према томе ће се појавити оне хиљаде разних светлосних прелаза, оне боје најразличнијих ступања, почев од најлепшег плаветнила на тропима, па до сурог и натмуреног неба на половима, пролазећи кроз све оне различне поступности, какве виђамо у нашим умереним пределима...

„И би вече...“

У књизи постања не каже се на који је начин од мрака постала светлост; поступно или напрасно. Али, према самоме начину стварања светлости, изгледа да је земља од један пут била обасјана светлошћу. После извесног времена по створењу светлост је морала опадати, док није наступило прво вече.

Залазак сунца износи на наше очи такве природне лепоте, које се не даду описати. Оно поступно силажење сунца са свода небеског, оно особито осветљење, које добијају високи облаци од сунца, које се више не види; оно преливање боја, другојаче на западу, а сасвим друго на истоку, све то чини те и нехотице сваки од нас са задовољством прати поступно прелаз светлости у таму, прелаз дана у ноћ.

И ако се код нас, на тврдој земљи, на континенту, угасито плаветнило далеких планина, као и ружичасти и љубичасти врхови даљих или ближих брегова, меша на особит начин, кад сунца нестане са хоризонта, са црвенкастим облацима који плове по западном небу, са плаветнилом на зениту и са затворенијим бојама на истоку — ипак најлепши утисак на посматрача оставља залазак сунца, ипак се најлепше вечери виде на морској површини, где се све разне нијансе боја на небу огледају у морској води, те тиме целокупни

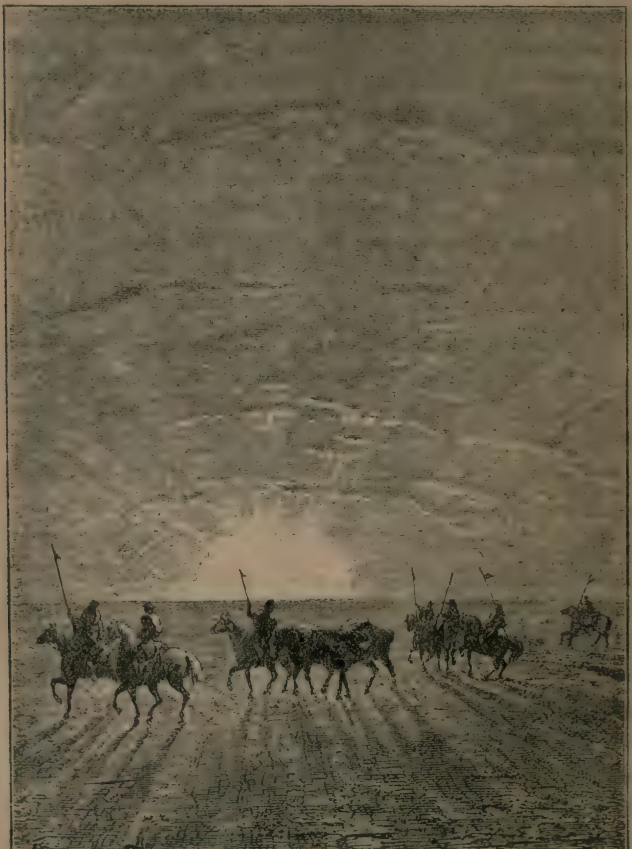
утисак на човека постаје још већи, још величанственији. Јер на океану, кад је небо без облака и кад се сунчеви зраци, полазећи са онога места, где је сунца нестало, у крупним сноповима пењу далеко у висину и разилазе на све стране, светлосне слике, одбијене и преломљене у морским таласима, задобију ванредне облике и достигну особити сјај...

„...и би јутро, дан први.“

После тамне ноћи, која на екватору траје колико и дан и која према половима идући траје дуже или краће време према самоме месту и добу године, јавља се свако јутро поново изнад хоризонта наша дневна звезда, носећи најпре зору, па онда јутро и дан. И лепоте светлосне ређају се сада изврнутим редом према ономе, што смо видели код заласка сунчева, исто онако величанствене, исто онако сјајне и бојама богате, с том само напоменом, да као год што се најлепше вечери виде на морској пучини, исто тако изгледа да се најлепша јутарња смеса боја и њихово преливање дешава на песковитим океанима, у великим пустињама. (Сл. 2.)

Наша земља није верна слика свих осталих светова. Она са још неколико својих друга̂ има то преимућство над осталима, што је на њој сунчева светлост створена један пут за свагда и што се онда разноврсни ступњи

светлости ређају сасвим правилно према добу дана, према положају места и према добу го-



Сл. 2. *Јутро у пустињи.*

дине са извесним само разликама у лепоти, према томе да ли се оне дешавају усред по-

ларнога леда или у огромним пустарама Азије и Африке, на океану или на континенту. Али има светова на којима се сунце никад не рађа, никад не залази; тамо нема ни јутра, ни вечери, ни ноћи; то су светови са којих светлост истиче, који сами собом светле. Има и таквих светова, које не осветљава само једно сунце, као нашу земљу, који немају само једну зору и једно вече, него код којих два, три или више сунаца у исти мах и наизменце свако за се изазивају све оне промене светлосне, које познасмо мало час. Има најзад и таких светова, где се светлост и топлота не мењају тако правилно као код нас, него се промене између таме и светлости и обратно дешавају напрасно и неочекивано. За те би се светове могло рећи да се светлост чешће и ствара и уништава.

I

ИЗВОРИ СВЕТЛОСТИ

И ако су светлосне појаве, које видимо, било на појединим небеским телима, било у атмосфери наше земље или на њеној површини, разнолико испреплетане и више пута на први поглед и неразумљиве, ипак је свима тим појавама и њиховим разним променама наука ушла у траг, нашла им законе, који њима управљају, и одредила им правила, по којима се оне морају збивати. Наш ће задатак на овоме месту бити да у кратким потезима и у колико је могућно проучимо најобичније и најважније појаве светлосне, па дешавале се оне непосредно у природи, или их ми сами изазивали. На тај ћемо начин успети да уклонимо оне многе заблуде, којих има у нашем народу, а којима је на првом месту врело или савршено непознавање или непотпуно познавање најосновнијих појава светлосних.

Ми се не можемо упустити у проучавање разноврсних појава светлосних пре но што проучимо једно преходно питање, које је од великога значаја по све оно, чиме се имамо на овоме месту бавити. То се питање тиче светлосних извора или начина, како постаје светлост, чије ми разнолике промене хоћемо да проучимо.

И заиста прост један поглед на све оно, што се око нас збива, научиће нас да у природи имамо тако званих светлих тела, која светле, која шаљу светлост на све стране, и тела, која не светле, која су тамна. Светло је тело: сунце, свећа; тамно је тело: месец, кућа, вода.

Одмах овде да објаснимо једну ствар. Рекосмо да је месец тамно тело, међу тим сви знамо да је он ноћу главни извор светлости за нашу земљу и да у том погледу замењује сунце. И ако ноћу месец осветљава земљу, као што је дању осветљава сунце, ипак је месец у самој ствари тамно тело, као и наша земља, а она светлост, којом он светли, није његова, не постаје она на месецу, као што сунчева светлост постаје на сунцу, већ месец светли само зато, што нам он шаље ону светлост, коју је и сам примио од сунца, другим речима зато што је он осветљен од сунца. Ми месец видимо на небу онако исто светлог, као што видимо сва тамна тела осветљена дању на површини земљиној или као што бисмо из далека видели ноћу какво дрво или коју

кућу, осветљену с неке стране каквом јачом лампом.

Зато ваља да водимо рачуна још, да ли је какво тамно тело неосветљено, и онда га не видимо, или је ма на који начин осветљено, и онда га видимо и знамо да постоји.

Сва се тамна тела према светлости разно понашају. Има тела, која готово непромењену светлост кроз себе пропуштају и тако потпуно, да се кроз та тела сви предмети онако исто виде, као да тих тела и нема. Таква се тела зову прозрачна. Такав је нпр. ваздух, такво је чисто стакло итд. На против има тела, која пропуштају светлост, али се поједини предмети кроз њих не виде. То су провидна тела. Такво је нпр. мутно стакло, лист обичне или масне хартије, платно итд.

Најзад има тела, која никако светлост не пропуштају и то су непровидна тела (нпр. метали, камење, итд.).

Да ли ће једно исто тело бити прозрачно, провидно или непровидно, зависи више пута само од дебљине слоја тих тела, кроз која светлост пролази. Удаљена тела не виде се нејасно само због даљине већ и због тога, што ваздух у врло дебелом слоју није више прозрачан. Стакло обичне дебљине је прозрачно, али кад наслажемо много стаклених листова једно на друго, оно постаје само провидно. Исто тако многа непрозрачна тела, кад су у врло танким листовима, пропуштају светлост. Кад се од дрвета изреже танак лист, он је провидан. Па и сами метали у врло тан-

ким слојевима су провидни. Танак златан лист пропушта зеленкасту светлост.

Сви се светлосни извори могу у опште поделити на две групе: једни су природни и постају без икаквог нашег суделовања, а друге стварамо ми сами, да нам се нађу кад природних светлосних извора или нема никако, или када су за наше потребе недовољни. Ови се светлосни извори називају **вештачки**. Природних светлосних извора има и ван земље (на небу) и на земљи, а вештачке производимо само на земљи.

Сунце је за нашу земљу најважнији природни светлосни извор, јер највећи део свих светлосних појава на нашој земљи долази од њега. Не треба међу тим мислити да других таквих извора светлосних нема у природи; све звезде су исто таква сунца, исто такви, а често и много јачи, светлосни извори као што је и сунце, али је ипак њихова светлост за нас од споредног значаја једино зато, што су све звезде веома далеко од нас, те је и њихова светлост за земљу и ако не никаква, а оно сасвим незнатна. Њихова слаба светлост ишчезава према огромној сунчевој светлости, па се с тога и виде само ноћу, кад нестане јаке сунчеве светлости, која како њих тако и све остале светлосне изворе збрише.

Као што поменусмо мало час и месец је важан светлосни извор за земљу, али та светлост није његова, него је то сунчева светлост, која осветљава таман месец, те га ми видимо. Таквих тамних, сунцем осветљених тела сем

месеца има више у сунчевој системи, али се због своје велике даљине од земље (и ако су куд и камо већа од месеца) или не виде голим оком или се виде као и остале звезде. Таква је нпр. и она звезда, која се зове Зорњача, кад се види у јутро, или Вечерњача, кад се види у вече, као и Даница, кад се по који пут поред сунца и дању види. То је у самој ствари једно тамно тело, планета, мало мања од земље, која се зове Венера и која своју светлост добија као и све остале планете од сунца.

Што рекосмо за месец и остале планете, то исто вреди и за нашу земљу. И наша се земља, осветљена сунчевом светлошћу, види са осталих планета као већа или мања звезда. Нарочито велика изгледа земља са месеца, одакле се, услед различитог осветљења тврде земље и мора, могу јасно разликовати облици појединих делова света. Светлост, коју земља шаље на месец кад је „пуна“, много је јача од месечине, коју ми добијамо. Приложена слика 3 показује један део месечеве површине осветљен „пуном земљом“.

Овим нису исцрпени сви природни светлосни извори за нашу земљу, само се они знатно разликују од горе наведених извора. Да споменемо најпре оне светле метеоре, „озвездине“, које с времена на време пројуре кроз нашу атмосферу (и о којима постоје у народу разне гатке о одбеглим робовима или ослобођеним душама). И то су тамна, али више пута врло ситна тела, то је „небеска прашина“

која путује око сунца, па поједина зрна у свом путу наиђу по кадшто на земљу, усијају

Сл. 3.

се трењем о њену атмосферу и засветле док кроз атмосферу пролазе, па се опет угасе кад

ван ње изиђу. Деси се по некад да земља наиђе на читав рој ситних тела, и онда се на небу види „светла киша“. По који пут их земља својом величином смете у њихову путу и привуче к себи, и онда падају на земљу као усијано камење (аеролити).

Електрицитет, који постаје у нашој атмосфери, у ваздуху врло често напрасно изазива светлост. Готово сваку олују и буру прати севање муња, пуцање громова, што све није ништа друго до јако и напрасно електрично пражњење било између два облака (код муње) или између облака и земље (код грома). Више пута електрична пражњења у нашој атмосфери нису напрасна, већ непрекидна, и онда светле дуго и слабом светлошћу осветљавају некад већи некад мањи део неба. Та се пражњења електрична не виде код нас већ у поларним пределима и онда се зову „поларна светлост“ (на нашој северној половини земљиној још и „северна светлост“).

Најзад да споменемо и вулкане земаљске; из њихових отвора избијају често до великих висина млазеви усијане материје, која се на далеко од њих види, некад у јачој, а некад у слабијој црвеној светлости.

Ми смо побројали све ове природне изворе светлости не зато, што су они сви подједнако важни за нас и за наш живот, већ само зато, да би нам преглед био потпунији, да бисмо показали како може у природи постати светлост без суделовања нашега. Међу

тим кад би човек располагао само тим природним изворима светлости, нарочито сунцем, пошто оно заузима прво и готово једино место за наш живот, онда би он, као и све остале животиње, морао удесити све своје радње према кретању тога небеског тела. И тако је и морало бити у почетку; само је та периода незнања трајала кратко време, јер је човек одавно већ научио да прави ватру, а ватра даје у исти мах и топлоту и светлост.

Готово сва сагоревања дају у исти мах и топлоту и светлост. Светлост и топлота тако су међу собом тесно везане, да се у обичном говору не одвајају једна од друге: кад се каже да неко тело гори, онда се у исти мах каже, да ту има и топлоте и светлости. Међу тим и ако то бива много пута тако, ипак те две појаве не прате увек једна другу; врло се често може произвести топлота, може тело горети без светлости, као што и сва светла тела не морају бити врела.

Обично свако тело, било чврсто, течно или гасовито, кад се јако загрева, почне од извесног степена светлити у мраку мркоцрвеном светлошћу. За та се тела каже да су **усијана**. Тако се може усијати гвоздена шипка, као и комад угљена (ћумура) или какав растопљени метал; тако се могу усијати и гасови, кад се јако загреју. Што се гасова тиче, имамо да приметимо ово: кад је усијани гас чист, без мешавине са другим, нарочито са чврстим телима, онда он слабо светли; на против кад гас у себи носи чврста тела, која

су обично као најситнија прашина, онда такви гасови јако светле. На ту ћемо се ствар вратити мало доцније.

Кад говоримо о усијаним телима, ваља да разликујемо ова два случаја: има тела, која, усијана, сагоревају, гору, мењају свој првашњи облик и стање; такав је угљен, дрво, итд. као што има тела, која могу бити усијана али не горети, нпр. усијани камен, стакло, земља итд.

Обично се мисли, да разна тела ваља до разног степена загрејати, па да се усијају. Међу тим нашло се да сва тела без разлике почну слабом, мрко црвеном светлошћу светлити, кад се загреју од прилике до 500 степени (Целз.). Ако се загревање тера даље, онда светлост јача, мењајући боју и приближујући се белој светлости. Ево како се мења усијаност платине са загревањем:

мркоцрвено усијање	500°
отвореноцрвено усијање	800°
затвореноперанџасто усијање	1100°
бело усијање	1300°
белоблиставо усијање	1500°.

Кад се једно тело топлотом усија, онда много брже расте његова усијаност него ли загревање. Кад се сребро растопи, оно је јако усијано, скоро бело, а то бива кад загревање достигне 916°. То исто сребро, кад је било на 600°, имало је само три хиљадита дела те светлости, коју има кад је растопљено (на 916°); кад је било на 700°, имало је само два стотинита дела; на 800° само једну осмину, а на

900° три четвртине од оне светлости, коју ће имати, кад се загреје само још за 16° (до 916°). Кад се растопи злато (на 1037°), усијаност је осам пута јача него код растопљеног сребра, а растопљени бакар 60 пута јаче светли од сребра.

Ова разлика у усијаности, било разних било истих тела, на разним температурама назива се моћ зрачења или просто **зрачење** (**емисија**). У опште узевши, зрачење је јаче код чврстих тела; код гасова је оно врло слабо.

Најобичније се вештачки производи светлост сагоревањем или горењем, дакле хемиским путем. Једињењем извесних састојака хемиских производи се топлота, која усија чврсто или гасовито тело и оно онда светли. Ако се усија само чврсто тело, оно гори, па дакле и светли без пламена, оно тиња (жар). На против ако од чврстог или течног тела на високој температури постане гас, па се он усија, онда се каже да та тела гору са пламеном. (Тако гори дрво, свећа, лампа итд.). Комад дрвета топлотом се разложи на извесне гасове, који гору и светле. Дрво као чврсто тело усија се и даје жар, а око њега облећу, јер непрестано истичу, запаљиви гасови који дају пламен. То исто бива и код свеће или код лампе. Восак, лој, стеарин итд. као и зејтин, петролеум или какве друге запаљиве течности загревањем се распадну на извесне више или мање истоветне, такозване угљеноводоничне гасове (једињења угљена и водоника), који гору (јединећи се са кисеоником из ваздуха) и дају светао пламен.

Рекосмо мало час да гасови врло слабо светле, међу тим пламен обичне свеће или лампе није ништа друго него усијани гас, па ипак светли, и у извесним приликама врло јако светли. Изгледа да постоји извесна противност између онога, што је напред речено, и овога, што мало час рекосмо. Та је противност само привидна и она нам још боље потврђује опште правило, да чврста тела усијана јако светле, а да су усијани гасови скоро без светлости.

Дешава се врло често да се пламен лампе почне пушити, димити; онда из пламена избија тањи или дебљи млаз ситне црне прашине (чађи), која се наслаже на околне предмете. Та чађ, која није ништа друго до угљена прашина, излазећи из пламена показује да је била у њему, само се она из пламена не издваја, кад лампа или свећа правилно гори. И то је та угљена прашина, које има увек у пламену, која се усија и даје пламену ону светлост, коју он има. Па како је угљен чврсто тело, па био у великом комађу или врло ситан прах, то он усијан светли и у пламену свеће или лампе као и на огњишту, па горела ту дрва или угљен. Јер главни саставни део, и дрвета као и лоја, зејтина, петролеума или других материја, којима се ми обично осветљавамо, јесте угљен, који разним путевима доспе у пламен и ту усијан сагори.

Као пример за све пламенове, којима се ми обично осветљавамо, да узмемо пламен обичне стеаринске свеће. Кад запалимо свећу, онда топлота, која на тај начин постане, нај-

пре истопи један део стеарина (то вреди и за лој, восак итд.), који се у течном врелом стању пење уз стењак, као што се непосредно пење у лампама зејтин или петролеум. Дошав на тај начин у сам пламен, стеарин (као и све остале поменуте материје) испари, пређе у гас и тај запаљени и усијани гас даје пламен, који нам светли.

Сл. 4

Ево на какве појединости наилазимо у пламену. Одмах изнад стењака код тачке C (сл. 4.) пламен је сразмерно хладан, јер су ту гасови, који су тек постали и нису имали кад да се загреју до усијања. Да тај део (средина) пламена није сувише врео, можемо се уверити, кад брзо у њега унесемо главу жижице, за коју знамо да је лако запаљива; пре ће почети горети дрво жижице но њена глава. Исто тако ако пресечемо пламен свеће једним листом хартије и задржимо га изнад свеће неколико секунада, па га брзо изнесемо, видећемо да ће онај део хартије, што је био изнад дела C, остати неогорен, а око њега се види црн један колут,

који показује да је спољашњи део пламена топлији од унутрашњега.

Тај унутрашњи и средњи део пламена С омотан је светлим омотачем А, у коме су гасови усијани заједно са оном ситном угљеном прашином, за коју смо видели да је има у пламену. Тај је део пламена и најсветлији. Ако хоћемо да се уверимо да у пламену има угљенога праха, треба само да унесемо у пламен какво хладно тело, рецимо металну шипку или мрежу или комад порцелана, па да видимо како се чађ из пламена на њима наслаже.

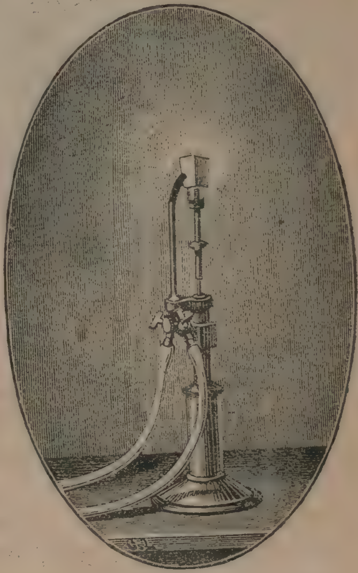
Најзад око тог светлог дела пламена налази се спољашњи слој В, у коме превлађује сам водоник, који истина није светао (јер нема угљених зрнаца, који му дају светлост), али је веома топал.

На дну код D пламен је плавкаст и сразмерно хладан, јер се његова топлота троши на топљење и испаравање стеарина.

Као год обичан пламен стеаринске свеће тако је исто од прилике састављен и пламен свих осталих свећа и лампа, с којима се ми обично служимо. Такав је и обичан пламен светлећега гаса, који се у толико разликује од пламена свеће или лампе, што ми из угљена загревањем изводимо само запаљиве гасове, које одводимо даље и палимо независно од материјала, из кога су постали, док се код свеће или лампе ти гасови производе онога тренутка, кад и сагоревају. Светлећи се гас производи у фабрици и чува до тренутка кад ће се запалити; свећа или лампа могу се сма-

трати као мале фабрике, које дају светлећи гас одмах чим се запале.

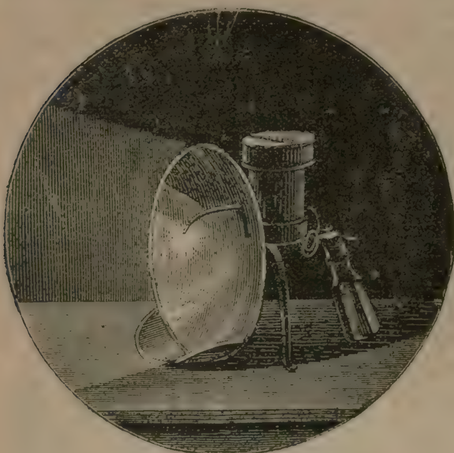
И ако су сви ти пламенови, ма какве они природе били, једни светлији други слабији, ипак је њихова светлост, упоређена са сунчевом светлошћу, слаба и жућкасте боје. То долази од туда што је температура тих пламенова сразмерно ниска и што угљен (управо угљена прашина), која се усија у тим пламеновима и на тој температури, сија жућкастом светлошћу. Кад бисмо с једне стране повећали температуру пламена, а с друге унели у пламен друго које чврсто тело (не угљен), чија је моћ зрачења већа, добили бисмо без сумње много јачу светлост. То је остварено код тако зване Друмондове лампе (сл. 5.). У тој се лампи запали чист водоник (или светлећи гас) са чистим кисеоником; оба се гаса засебним цевима доведу до лампе. Пламен, који та два гаса дају, врло је слабо светао, али веома топал; ако се у тај пламен метне комад креде, чија



Сл. 5.

је емисиона моћ врло велика, добија се врло интензивна бела светлост.

Још јачу белу светлост даје у ваздуху запаљени магнезијум. Обично се запали или каква жица или узана трака магнезијума у нарочитим лампама (сл. 6.). Више пута пали се магнезијум и у прашку. Пошто се магнезијумска светлост у многом погледу приближује сунчевој светлости, то се она употребљава при фотографисању у пећинама, подземним каналима и катакомбама, дакле у опште онде где сунчеве светлости нема. (Сл. 7.)

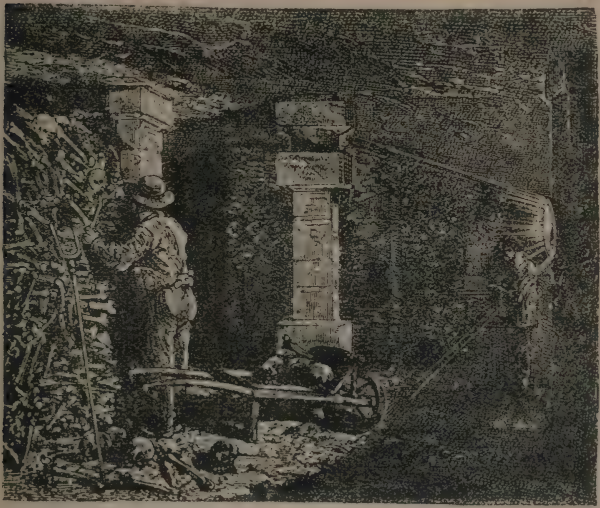


Сл. 6.

На послетку да споменемо један светлосни извор, са којим се ови досадашњи не могу упоредити и који је позват да игра најважнију улогу у будућој индустрији. То је електрична светлост, од које за сад имамо практички примењене две врсте.

Кад се електрична струја проведе кроз танак угљени конац, он се усија и светли од прилике онаком истом светлошћу као и обичне

наше лампе. То је електрична светлост у лампама сијалицама. Али кад се струја про-



Сл. 7.

пусти између крајева два дебља комада угљена, ти се крајеви загреју и толико усијају да засветле јаком белом светлошћу. Ако се та два комада угљена мало раставе (неколико милиметара), струја и даље пролази и производи тако јаку светлост, да би било неупутно непосредно је гледати очима. Између растављених угљенова лебди светао електрични пламен, због чега се лампе, које такву електричну светлост дају, називају пламене лампе.

Угљени конац, који светли у лампама сијалицама, кад би био на ваздуху, изгорео би

од један пут; зато се он затвара у стаклену лопту, из које је извучен ваздух. Због тога се лампа одмах и угаси, чим се та лопта разбије.

Растојање између оба угљена код пламених лампа треба да буде стално или да не пређе извесне границе. Пошто се угљен непрестано троши, то нарочити механизам регулише кретање угљенова тако да оно растојање остане непромењено. Зато се пламене лампе често називају „регулаторима“.

Примена електричне светлости је разноврсна и велика. На приложеној слици 8 при-

Сл. 8.

мењена је електрична светлост на осветљавање ноћних радова.

Сви досадашњи начини произвођења вештачке светлости упућивали су нас да мислимо,

да се светлост од топлоте не може раздвојити, да оно тело, које није јако загрејано, не може светлити, другим речима да не може светлити тело на обичној температури, тј. да нема хладне светлости. Међу тим сад ћемо видети да се сва тела не морају јако загрејати, па да светле, већ да могу светлити на сасвим обичној температури, дакле хладна.

Године 1677 пронађе један алхемичар из Хамбурга, по имену Брант, једно тело, које је између осталих својих особина имало и ту особину да се на ваздуху дими или пуши: тај дим или пара у мраку светли. Због тога то тело, које може незагрејано светлити, доби име **фосфор**.

Обичне жижице или палидрвца праве се са фосфором. С тога, кад такву једну кутију отворимо у мраку (нарочито ако палидрвца мало протремо руком), подићи ће се из ње дим, који се види слабо светао. Кад бисмо фосфором по дувару написали какву реч, она би се у мраку видела све док не би фосфора услед слабог сагоревања нестало.

Сто година после проналаска фосфора нашло се да фосфора има много у костима људским и животињским.

Али и пре но што се знало за то тело, називата су фосфором сва она тела, која су могла незаграјана светлити. Тако на пример може светлити дрво, кад услед влаге иструли, многе морске рибе мртве (али не труле) као и многа минерална тела, кад се или протру или ударе или кад се метну неко време на сунце.

То постајање светлости, било природно или вештачки изазвато, назива се у науци фосфорност.

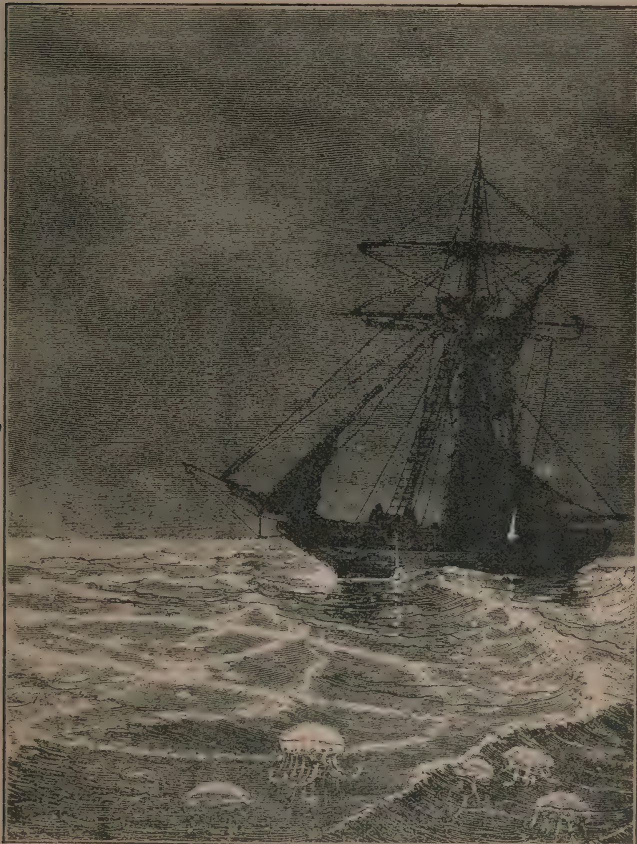
Фосфорност се не опажа само на мртвим, неорганским или органским али изумрлим телима. На против сваки је готово видео летњих вечери како овде онде заблиста по нешто у трави или џбуну и светли благом зеленкастом светлошћу. То је свима позната светла буба или свитњак. У Бразилији и Мексици на сличним животињама постаје толика фосфорност да се спрам ње може крупнији слог прочитати. Има и биљака, које дању изложене сунчевим зрацима ноћу светле слабом светлошћу. Нарочито се то опажа на једној гљиви, која расте у Јужној Француској на стаблу маслинова дрвета.

Морски путници, који путују океаном, нарочито око екватора, виђају да се и море светли ноћу, те изгледа као да лађа иде по запаљеном мору. (Сл. 9.)

Кад је море мирно, човеку се чини да види милионе варница како плове и њихају се на води, сусрећу се и спајају у читаве плавкасте и беличасте површине, испод којих се овде онде виде веће светле гомиле.

Кад је море немирно, онда изгледа као у пламену. Таласи се дижу, котрљају, сретају се и разбијају на многобројне праменове ситних светлих варница. Кад ударе о какву стену, они је обложе светлошћу. Сваки потез весла истерује из воде читаве снопове светлих млазева; точкови на парним лађама издижу и

бацају за собом светле водене капљице. Кад лађа пресеца морску површину, она, рекао би човек, гура пред собом два таласа течнога

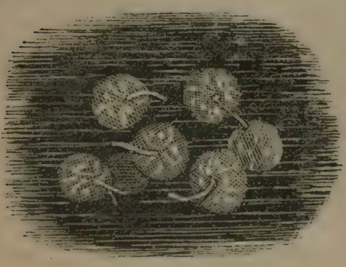


Сл. 9.

фосфора, а за собом оставља светао траг, који се поступно гаси као реп какве комете.

Измишљавана су пређе разна тумачења овој светлој и чудноватој појави на морској површини. Данас се утврдо зна, да то светлење мора долази од веома ситних животињица, којих има небројено много по мору и због којих море дању изгледа беличасто као млеко, креда или снег, а у вече се светли као да је запаљено.

Животињице, које фосфоришу и дају морској води поменуту светлост, разног су порекла (медузе, шкољке, па и неке рибе), међу њима пак највише превлађује и најобичнија је једна врста инфузорија (noctiluca miliaris). На први поглед изгледају под микроскопом као пиктијаста зрна, а кад се боље загледају, покажу се кугласте (сл. 10.) са малом дршком и попрскане овде онде



Сл. 10.

зрнцима и светлим тачкама. Те су инфузорије тако мале и тако многобројне, да их у 30 кубних сантиметара воде може бити до 25.000.

Као год обична наша светла буба, тако и ове морске животиње располажу својим органом за светљење и могу час јаче час слабије да засветле а и да га сасвим угасе. Нарочито јако светле кад се надраже, као на

пример у време кад се оплођавају. И спољашња дејства утичу на њихово светљење, на пример велика врућина и бура. Обично јако светле пред буру и по њима мрнари закључују на промену времена. Најновијим се испитивањем нашло, да и при светљењу трулих дрва главну улогу играју опет светле животињице, које се као паразити појаве на тим трулим остацима.

Није ретка ствар да фосфоришу и разни биљни и животињски иструлели остаци, нарочито у влажним шумама или мочарним пределима и дају ону тајанствену, блудећу светлост, за коју су скопчане у нашем народу најразличније скаске и веровања.

Ево како о тим појавама пише један наш физичар још у почетку овога века [1]:

„Сад да одговоримо на питање: шта су то блудеће светлости? — То су пламенови, који се често по пољима виде, који над земљом рекао би пливају. Не ретко се у пољу види само један такав пламен, а често и више. Кад их је више, они се час раставе час опет саставе, час на једном месту ишчезну, а на другом се појаве. Места, на којима се виђају и постају, јесу баровите стране и такви предели, где многе траве и животиње у трулеж прелазе. Они се јављају и на гробљу, а и на таквим местима, где су некада крваве битке биле и многи мртви сахрањени леже. Јер се на тим местима налазе и водене и сумпорне

[1] Ат. Стојковић: Фисика простим језиком списана. 1801, 2 и 3.

и масне и земљане частице. Време јављања код нас јесте нарочито у пролеће и пред јесен; а и зими, ако хладноћа није сувише велика. У Италији, Шпанији, Француској чешће се виђају него код нас.

„Из искуства знамо, да блудеће светлости само светле, али топлоте у себи немају и нема примера да су ма где што упалиле... Оне су врло лаке, те се и због најмањег кретања ваздуха покрећу.“

И заиста ови светли пламенови, који се у извесним местима виђају, у многоме нас опомињу на онај фосфорасти дим или пару, која се са палидрваца у мраку диже. Пошто у животињским остацима, а нарочито у костима, има доста фосфора, то није чудновато, ако извесни гасови услед труљења, измешани са фосфорастом паром, у мраку засветле и по ветру се повијају на једну или другу страну.

„Да идемо, вели, даље, и да друге појаве објаснимо. Приметило се да блудеће светлости од онога беже, који се њима приближује, а на против онога гоне, који од њих бежи. Зашто то бива? Није ли то прави знак ђаволске појаве? Велиш, не иде ђаво ноћу, а како овде одмами човека у бару? — Али, мој драги читатељу, зар си већ заборавио да је та светлост врло лака и да се са најмањим покретом ваздуха и сама креће. Ко се тој светлости приближује, он потискује пред собом ваздух и блудећа светлост мора покрету ваздуха следовати и бежати од онога, који је гони. Онај, који од ње бежи, вуче за собом ваздух, а

кретању ваздуха следује и светлост и рекао би бегунца гони. Зато се оне више пута за кола или коња закаче и јадним сујеверницима страх задају, мислећи да им је вампир или ђаво на кола сео, као што се такве приче у нашим крајевима често причају.

„Па зашто одведу те светлости човека у блатна и баровита места? Зашто човек, који за њима иде, долази у опасност да живот свој изгуби? — Путник, који ноћу пут изгуби или тражи какво склониште где ће ноћ провести, мисли сиромах да види свећу и радује се што је живу душу нашао, која ће га или љубазно примити или на прави пут извести. Ноћу он не види нити може очима измерити даљину те светлости; он се њој упути, надајући се да није далеко. Али у колико се он више светлости приближује, у толико се она више од њега удаљава и од пута га одводи. Више пута пак путник, идући за том светлошћу, нађе се на један пут у гробљу или у каквом баровитом месту, јер није ни мало чудно да најзад и у таква места дође — на велики његов страх и ужас.

„Из тога треба да се научимо, да не мислимо, да су онде новци или не знам шта друго закопано било, где се види да оваке светлости гору. Све то бива природно. Чуда овде нема никаква: нити ће зато свећа горети, што се у земљи нпр. новци налазе.“

Међу неорганским телима није само фосфор, који има ту особину да светли у мраку.

Изгорели оклопи шкољака, кад се изнесу на сунце па се унесу у мрачну собу, фосфоришу онако исто као и фосфор; овде светли једињење сумпора са кречом, кога има у тим оклопима, као год што светле и друга сумпорна једињења нарочито са баријумом и стронцијумом. То су они прашкови, који се често продају и који, прилепљени уз какво тело, чине да оно светли у мраку. Обично се тим прашковима премажу оне кутије, у којима се држе палидрвца, да би се у мраку виделе.

Фосфорисање или светљење хладном светлошћу може се изазвати на многим телима извесним механичким и хемиским дејствима. Два комада шећера, протрвена у мраку, засветле; извесне врсте дијаманата, протрвене, такође фосфоришу, као и два комада креде, протрвена један о други. Ово су познатија тела, на којима се фосфорност може изазвати, док је међу тим у обичном животу врло велики број мање познатих хемиских једињења, која могу фосфорисати.

И топлотом се може изазвати слабо светлуцање појединих тела и то много пре њихова усијања. На пример дијамант, као и друго драгоцено камење, затим креда, хинин (сулфат), па онда сумпор, хартија, кости, зуби, корал, терпентин, петролеум итд., кад се мало загреју (течности кад прокључају).

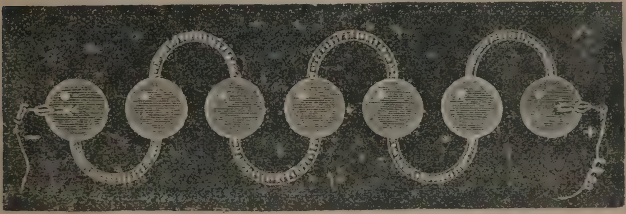
И сунчева као и друга светлост изазива фосфорност на неким телима. На пример сулфид креча фосфорише, пошто га неко време

осветлимо обичном свећом; за друга тела треба сунце или јака електрична светлост.

Многе материје фосфоришу, кад се изложе дејству електрицитета.

Док су нам обична произвођења светлости топлотом свима позната, дотле у нас ови последњи извори светлосни, нарочито фосфорност, баш тиме што постају без топлоте, изазивају извесно неповерење и склони смо да их сматрамо у извесним случајевима као појаве необичне па чак и ванприродне. Међу тим се из досадањега излагања види, да су и оне проучене и да су им и постанак и последице сличне онима, које свакога дана око себе видимо.

Говорећи о електричној светлости видели смо само оне електричне изворе светлости, који дају врелу светлост. Сада имамо да додамо, да се електрицитетом може произвести и хладна светлост сасвим слична фосфорној светлости, само та електрична светлост није



Сл. 11.

употребљена у практици, јер је слаба за обична наша осветљавања. Најлакше је њу произвести

у стакленим цевима, којима можемо дати какав облик хоћемо, али из којих треба да извучемо ваздух. И кад кроз такве цеви пропустимо испрекидану електричну струју, оне светле благом али хладном светлошћу. Такве цеви, које могу на поменути начин светлити, зову се Гајслерове цеви и таква једна цев представљена је на сл. 11.

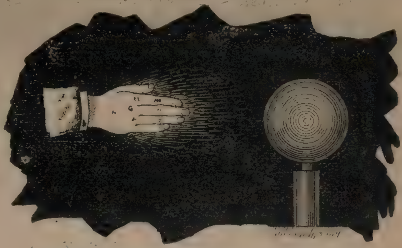
У последње се време највише бавио произвођењем хладне електричне светлости наш Тесла, и у томе је толико дотерао, да је изазвао пажњу целог научног света. Његове цеви светле, кад се, пропустивши струју кроз тело

Сл. 12.

Сл. 13.

таква једна цев само руком ухвати (сл. 12) или се о мали прст обеси (сл. 13). Шта више

и из саме руке струји таква светлост, као што се види на сл. 14.



Сл. 14.

Слично овом постајању хладне електричне светлости, постаје у високим и разређеним слојевима наше атмосфере поларна светлост, о којој смо напред говорили. И та је светлост хладна и по облику свом може врло

Сл. 15.

различно изгледати. Сл. 15 показује један од разноврсних изгледа северне поларне светлости.

II

ПРОСТИРАЊЕ СВЕТЛОСТИ

Полази ли светлост са неког светлог или с осветљеног тела, па прође ли у путу кроз прозрачну средину (рецимо ваздух) свуда једнаке густине (хомогену), она ће најкраћим путем доћи до нашега ока. И ако у правцу, одакле светлост долази, метнемо какав заклон, тј. једно тамно, непровидно тело, ми више ту светлост не видимо, јер смо пресекли најкраћи пут, пут по правој линији, којим се светлост простире. Зато о простирању светлости постоји овај закон: Светлост се кроз хомогену средину простире по правим линијама.

Сама једна линија, по којој се светлост простире, дакле једна светла линија, назива се светао зрак или просто зрак. Више таких зракова чине светао сноп или сноп светлих зракова.

И ми готово никад не видимо само један светао зрак, већ увек дебље или тање светле

снопове. И ти су снопови у хомогеној средини прави.

Та хомогеност, која се захтева за простирање светлости по правој линији, постоји можда ван земље, између небеских тела у васионској пучини, али никако на земљи. На земљиној површини, у средини атмосферској, хомогености не може бити, нарочито на великим даљинама. Густина ваздуха опада са висином, а тако је исто неједнака и на истој висини али на разним одстојањима, нарочито кад температура није свуда једнака. Због тога закон о праволиниском простирању светлости вреди само онде, где се може претпоставити да је средина (па било то ваздух, стакло, вода итд.) хомогена, што најобичније не бива, али се може претпоставити за не сувише дебеле слојеве.

Због кретања светлости по правој линији не може се угледати светлост кроз криву узану цев, па ни кроз ширу цев (рецимо и кроз тунел), кад је кривина велика.

Због тога што су светли зраци праве линије, светлост полазећи из једне тачке иде на све стране зракасто, тј. разилазећи се све више — дивергентно. Кад је светао извор, чију светлост посматрамо, врло далеко, нпр. у бескрајности према нашим обичним даљинама, онда се зраци тако слабо међу собом разилазе на тако великој даљини, да се могу сматрати као да су паралелни. Зато се каже за зраке, који долазе на земљу ма са ког

небеског тела (сунца, месеца, звезда итд.), да су паралелни.

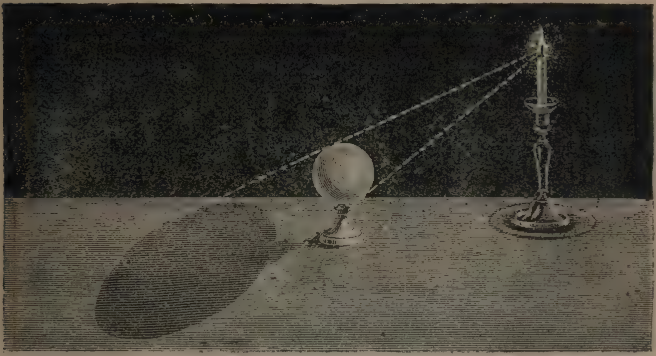
Зракасто разилажење светлих зракова види се често у природи, кад нам какав процепан облак сакрије сунце, те сунчеви зраци кроз поједине отворе на облаку по правим линијама иду на разне стране. (Сл. 16)

Сл. 16.

Кад у замрачену собу кроз какав отвор продру сунчеви зраци, онда се у соби види светао сноп паралелних зракова где у правој линији пролази кроз собу. Што се у томе снопу види, то није ваздух, као што би се на први поглед мислило, већ ситна зрна прашине собне или дим. Кад у соби не би било никакве прашине нити дима, сноп се не би видео. Међу тим ако близу њега истресемо какав прашљив предмет, или управимо на њ дим, рецимо од цигаре, сноп ће се јаче засве-

тлити, показујући нам и најмања кретања прашине или дима.

Прва последица праволинискога простирања светлости јесте та, што сва тамна тела (непрозрачна и непровидна), осветљена с једне стране, бацају за собом сенку. (Сл 17) Она

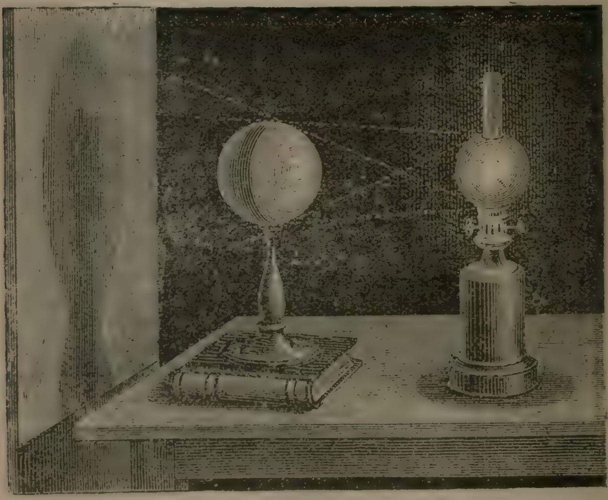


Сл. 17.

страна тела, што је окренута светлости, биће њоме осветљена, док ће све оне тачке на томе телу, до којих не могу да допру прави светлосни зраци, остати неосветљени, у тами, у сенци. Ако са светлог извора повучемо у мислима низ правих линија, које са свих страна додирују тело, онда је цео онај простор, који те линије обухватају иза тела, такође у тами, у сенци. Ако је тело кугла, као на сл. 17, онда је тај простор купаст. И као год што се два или више зрака, који из једне тачке

полазе, све више разилазе, у колико се удаљују од те тачке, тако исто и сенка, коју неко тело за собом баца, бива све шира, у колико даље идемо иза тела. Растење сенке је у толико веће, у колико је светла тачка ближа оном телу, чију сенку хватамо.

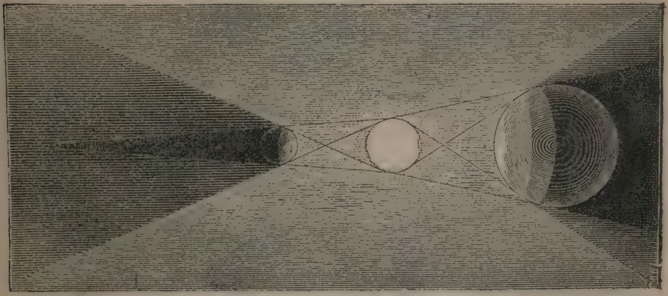
Тако се дешава та ствар онда, кад је светло тело врло мало, или тачније говорећи кад је оно једна тачка. Али, као што то најобичније бива, кад светлост не излази из једне тачке, већ кад имамо читаво тело које светли (нпр. куглу једне лампе, или рецимо месец, сунце итд.), онда поред сенке имамо и полусенку, тј. поред оних места, до којих никаква светлост не допире, има и места, која су у неколико само осветљена.



Сл. 18.

На сл. 18 имамо једну лампу са куглом; сваку тачку светле кугле можемо сматрати као засебан извор светлости и од сваке тражити сенку, коју тамно тело (на књизи) баца. Међу тим је довољно да уочимо само крајње њене тачке: најнижу и највишу и да повучемо линије, којима се светлост око мрачног тела простире. Онда видимо, да су, док до средине сенке не допире ни један зрак светлости, околна места слабо осветљена; то је осветљење у толико јаче, у колико се више удаљавамо од сенке, док се најзад пуна светлост не јави. Онај простор између праве сенке и пуне светлости, полуосветљен, назива се полусенка.

На сл. 19 светло тело је у средини, а десно и лево од њега имамо једно (од њега) веће



Сл. 19.

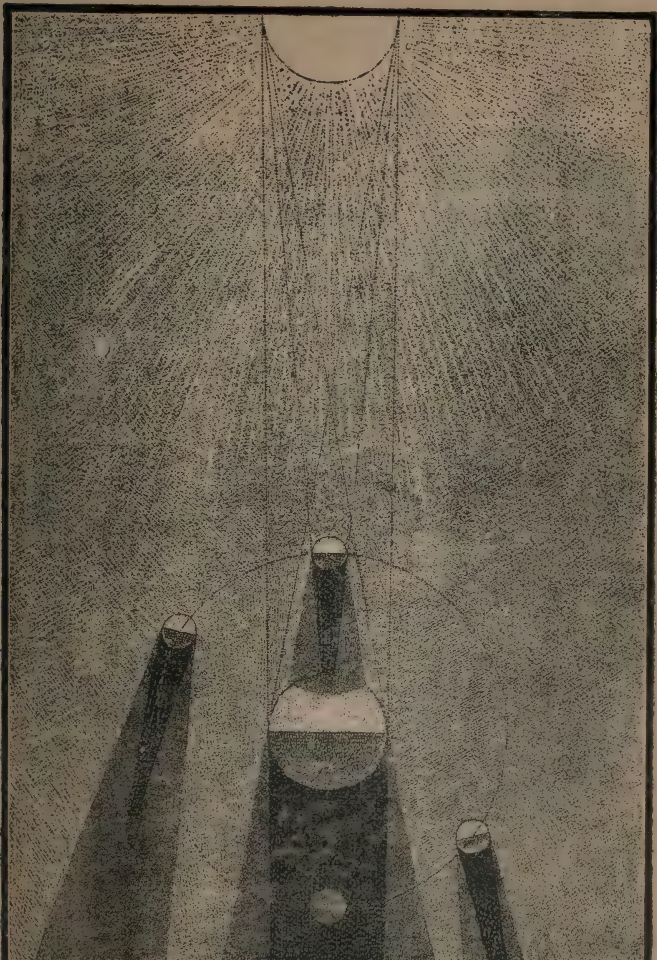
и једно мање тело, које оно осветљава. И иза једнога и иза другога видимо и сенку и полусенку, само се кол великога тела и сенка

и полусенка шири, у колико идемо даље од њега, док се код мањега тела шири само полусенка, а сенка опада док се не сврши у шиљак.

Према томе, кад год је светло тело веће од осветљенога, сенка се, коју осветљено тело баца, свршава у шиљак, а кад је осветљено тело веће од светлога, сенка се шири.

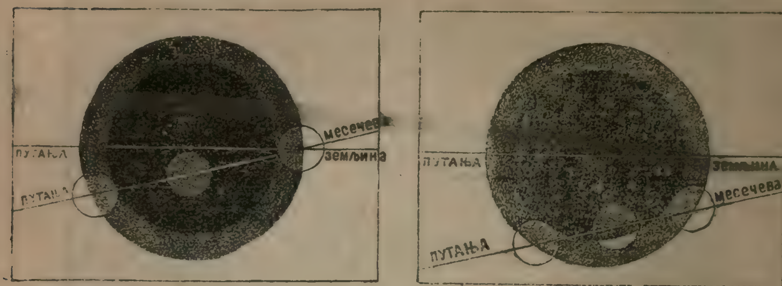
И као год што се то све збива услед праволиниског простирања светлости на земљи са нашим обичним предметима, тако исто се то дешава и на небу, на пример између сунца, земље и месеца, услед чега постају сунчева и месечева помрачења. На сл. 20 видимо сунце, које осветљава нашу земљу, око које се окреће месец. И кад месец на своме путу око земље стане између сунца и земље (кад је „млад“ или „нов месец“), онда на осветљену половину земљину пада и месечева сенка и полусенка. Услед тога она места, на која падне сенка, имају потпуно, а она, на која падне полусенка, непотпуно, делимично сунчево помрачење.

Кад је месец „пун“, дакле кад земља дође између сунца и месеца, дешава се да прође месец кроз земљину сенку, коју она за собом баца. И онда наступа месечево помрачење, и то потпуно, ако цео огрезне у сенци, или непотпуно, делимично, ако само једним делом (већим или мањим) прође кроз сенку. Сл. 21 представља попречно пресечену сенку земљину на оном месту, где месец кроз њу пролази; на левој страни види се, кад ће по-



Сл. 20.

стати потпуно, а на десној само непотпуно месечево помрачење.



Сл. 21.

Као што се то види на сл. 20, кад се месец помрачи, онда то помрачење види цела она страна земљина, која је на супротној страни од сунца, која није осветљена, којој је онда ноћ (на слици доња страна). На против кад се сунце помрачи, онда то не види цела она половина земљина, којој је онда дан (горња половина) и која види сунце, већ само она места, на која падне сенка и полусенка. Због тога сунчево се помрачење не види свуда једнако; једни виде потпуно помрачење, други непотпуно (веће или мање, према томе да ли су ближе сенци или даље), а неки ништа од помрачења не виде (они који су изван сенке и полусенке). Пошто се при том земља око себе обрће, то ће месечева сенка као и полусенка проћи кроз читав низ места на земљиној површини и сва ће та места једно за

другим видети потпуно или непотпуно сунчево помрачење.

Сличне последице праволиниског простирања светлости виде се и на другим телима у нашој планетској системи. Тако се дешава да нам Меркур или Венера заклоне по један мали део сунца, да се час Јупитерови месеци помрачавају, пролазећи кроз Јупитерову сенку, час опет помрачавају по који део Јупитерове површине, бацајући на њ своју сенку итд. У осталом посматрање помрачења Јупитерових пратилаца важно је за науку о светлости и због тога, што се помоћу њих може одредити брзина светлости, као што ћемо доцније видети.

И ако обично на сенке нико не обраћа пажњу, ипак оне играју врло велику улогу у ономе, што видимо и како видимо. Сва тела око нас у природи изгледала би без рељефа, не би се ничим другим разликовала до бојом. Међу тим познато је да осенчена слика много боље представља извесну ствар него саме црте; што нам наша околина изгледа о рађању или при заласку сунца лепша и пластичнија, то не долази само од богатства у бојама, које даје сунце кад је близу хоризонта, него врло великим делом од богатства у сенкама. У подне су готово сва тела највише осветљена и онда су најмање сенке, услед чега се облици брегова и долина врло слабо истичу. На против кад сунчеви зраци падају косо, сенке су богатије, и сваки се предмет боље издваја међу осталима. Уметност руковати сенкама и светлошћу

чини најважнију страну једнога сликара, и распоред тога двога је много важнији за општи изглед слике, него прецизно цртање појединих предмета на њој.

Сенке су повод извесним појавама, које се с времена на време у атмосфери виђају и које, рђаво посматране, дају повода разним празноверицама, у које народ верује. Ту долазе између осталога „планинске авети“, које се виђају при заласку или изласку сунца на високим бреговима.

Преко дана, кад је сунце високо, све сенке падају на земљу и у толико су очевидно дуже, у колико је сунце ниже. И кад се нађемо на каквом високом, усамљеном, брегу, а сунце је већ при заласку (или изласку), онда наша сенка не може пасти на земљу, него је због сувише ниског сунца управљена према небу. Обично се та сенка изгуби, али кад наиђе на какав згодан облак или на гушће magловите слојеве ваздуха, који пресеку пут сенци, онда се она на њима појави као и на сваком заклону, нпр. на земљи, или дувару или ма чему другом, на што би сенка могла пасти. (Јер не треба да изгубимо из вида да се светлост, па и сенка, док пролази кроз прозрачан ваздух, не види све док не наиђе на какво тело или сасвим непрозрачно или мање прозрачно, те да се на њему покаже). Зато ће се наша сенка појавити „на небу“ огромне величине као каква авет. Кад још томе додамо да сваки мало већи предмет баца на исти начин своју сенку, онда није тешко схватити страховање и разно-

врсно тумачење таквих појава од стране оних, који сасвим са другог неког места виде на небу све те разноврсне слике и привиђења.

И ако се те небеске сенке могу видети са свакога мало већега брда, ипак су најчувенија привиђења те врсте она, што се виде са врха Брокена, и која су позната под именом „брокенских авети“. Брокен је име највишега брега црне планине, што се пружа у хановранској краљевини; тај је врх висок од прилике хиљаду метара изнад морске површине. Од како се за њ зна, Брокен је био увек седиште чудовишта; на његову врху још се и данас налази огромно гранитно камење, које се назива престо и олтар мађионичара. Један извор чисте воде назива се мађиски извор. Планинско цвеће, које по њему цвета, зове народ чаробним цвећем. Ево како описује један очевидац ту појаву, посматрану летњег јутра при самом рађању сунца, када ју је у исти мах и насликао (сл. 22): „Мој вођа, идући напред, зверао је час десно час лево, док ме не изведе на једно узвишење, одакле сам имао ретку срећу да видим за неколико тренутака ону ванредну појаву, што се назива брокенска авет. Појава је заиста чаробна; густа магла, која је, као каква огромна завеса, рекао бих излазила из самих облака, покри целу западну страну; на њој се појави једна дуга, па онда се показаше неки неодређени облици. То је била најпре кула тамошње зграде, у огромној величини представљена, па онда наше две слике још неодређеније; све су те сенке

Сл. 22.

биле окружене дугиним бојама, које су као оквир допуњавале ту вилинску слику.“

Сенке, које бацају тамна тела, нарочито ноћу осветљена бледом месечевом светлошћу, јесу повод најразличитијим празноверицама, којих има у нашем народу о аветима и осталим привиђењима. Видећемо мало час како сенке појединих, згодно изрезаних тела могу имати разне животињске облике, и ако се на том изрезу ништа од тога не види. Па зато згодно укрштене гране каквога дрвета, на известан начин распоређено лишће или камење итд. могу, бацајући своју сенку, изазвати човечије или животињске облике на каквом заклону и дати повода веровању у свакојаке празноверице.

„Какво предсказање! Бледо неко сијање јавља се на источном небу; оно расте и почиње горети. — Ноћни путник (месец) одевен сребрном светлошћу празнује свој улазак у плаветно, звездама украшено небо. Величанствен му је изглед. Он открива до пола тамну природу (месечина) и гледа у дивне природне лепоте.

„То је време, кад се ноћна привиђења јављају; кад духови из гробова устају и своје љубљено лохађају; када авети очи наше плаше. Ко се разумни неће сажалити, кад види да је овако што у ум човечији могло ући. Да се само деца од авети плаше, не би било чудо, јер шта може њихов слаби разум постићи. Али кад слушамо седе старце, старе бабе овако што казивати, онда се чудимо и питамо, како

ти људи и после толиког низа година нису могли ни до тако малог искуства доћи, да ноћу ничега на земљи бити не може, чега на њој дању није било. Јер шта је ноћ? Кад се она половина земље наше, на којој ми живимо, спрам сунца тако окрене, да сунчани зраци на њу не могу падати, то онда и светлости на њој престаје и тама наступити мора. Ноћ је дакле одсуство сунчеве светлости (одсуство мање или веће). Али они су предмети око нас ноћу који су и дању: онај град, она дрва, онај дом, онај подрум, онај таван, оно гробље, они људи. Ништа се није изменило; само што је све то дању осветљено, а ноћу мрачно. Зашто дакле онај дух, који ће изаћи ноћу из гробова, не изађе дању? У природи нема разлике у времену. У њој је све једно. Време је наше. Човек је почео о времену мислити. Ван наше главе нема времена. Време је само у нама. Шта смета духу да дању устане? — Заиста ништа. Светлост му не може сметати: јер шта мари дух за светлост. Зашто се не нађе у целом свету од постанка света до данас ни један дух, који је дању устао био? — Ни један, али баш ни један. Какав је ово знак? Одговори, брате, такав је то знак, да духови ни ноћу не устају. Не дајмо се варати, драга браћо моја! Ко један пут у гроб легне и земљом буде покривен, тај више не устаје све до последњега дана.

„Нити је ко видео авет од постанка света, нити ће је видети до свршетка света. Ја знам да би се ти дао обесити, да си је овде или

онде видео, да ти је прешла преко ногу, или да је поред тебе прошуштала итд. — Ја ни мало не сумњам, да ниси авет видео, њу омирисао — али да си толико хладне крви имао, па управо к авети отишао, или се потрудио ухватити је, то би ти нашао место авети белу крпу на плот обешену, ти би нашао пањ, ти би видео сенку или што друго томе слично.

„Кад сам ја Логику у Сегедину учио, видео је један ученик ноћу испред врата човека бело обучена, у самој кошуљи. Видети тако што, како да се не уплашиш! Баш је тога дана на његову срећу професор говорио о привиђењима и доказао да авети, у које прости свет верује, не постоје. Опомене се он те науке, па да се не осрамоти почне ближе приступати. Да то без страха није било, лако је веровати. Што је најгоре још било, тај човек био је час дебљи час тањи. Најзад приступи мој филозоф тако близу, да га руком ухвати. Кад али тамо шта је било: прво бела месечина, затим дуд испред врата. И то је цела авет. Сенка дуда тако је падала на врата, да је изгледала као човек. А како су се гране њихале, тако је и тај човек био час дебљи час тањи.“ (Ат. Стојковић.)

Свакоме су познате извесне дечије играчке са сенкама. Врло је лака ствар савити прсте или руку и осветлити с једне стране тако, да на дувару изиђе зец, или гуска, или човечија глава итд. Један такав међу многим примерима види се на сл. 23 и 24. На првој се види, како треба изрезати један лист дебље хартије; на

другој појава произведена самом сенком, а на трећој је сенка помешана са полусенком. Једна

Сл. 23.

или друга слика зависи само од даљине изрезане хартије од дувара. Шта више врло често у какву варош падне по неко путничко позориште, у коме се представљају само сенке, тако зване „хинеске сенке“. Од тврде се хартије могу изрезати различити облици, па кад се на згодан начин осветле, њихова сенка представиће нам ову или ону животињу, човека итд. На сл. 25 видимо, како у средини собе представљач једном руком држи изрезану хартију, на којој се никакав облик не може распознати, а другом руком свећу, којом осветљава изрезану хартију. Кроз изрезе те хартије пролази светлост, а неизрезана места бацају на дувару сенке, које, згодно измешане са полусенкама, дају страховиту лавову главу. Главна је ствар код тих представа изабрати згодно остојање изрезане хартије од зида и свеће, јер онда је ефекат најлепши.

Као год што на тој слици изрезана хартија нема апсолутно никакве сличности са оном

Сл. 24.

лавовом главом, коју њена сенка показује, тако се исто може лако појмити, како неко-

лико укрштених сувих грана, или засечено дрво, или усправљен камени споменик итд., на

Сл. 25

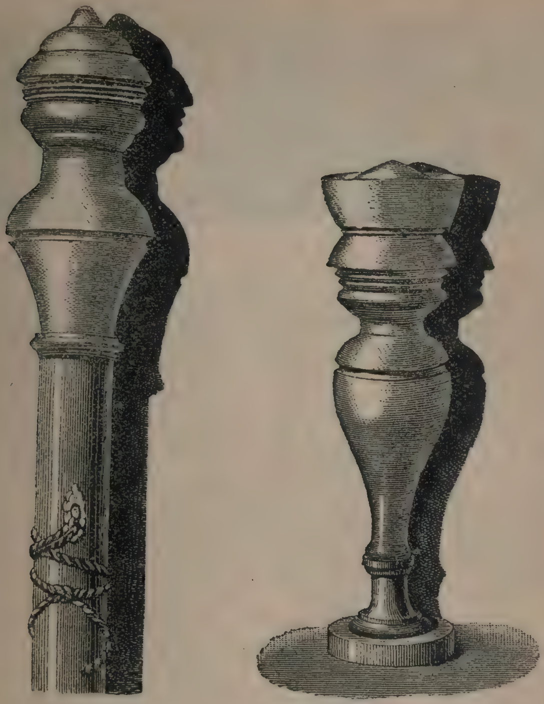
згодном одстојању од каквога зида или врата, могу, осветљени месецом, дати извесне људске или животињске облике, које прост свет сматра као авети, њих се плаши и поуздано тврди да постоје, јер их је видео.

Како таква тела могу својим сенкама представљати извесне људске облике, види се на сл. 26.

Због тога, што се светлост простире по правој линији, слике појединих предмета, које се виде у тако званој „мрачној комори“, постају изврнуте.

Сваки затворен и мрачан простор, па била то соба, била то већа или мања кутија, назива се мрачна комора. Кад се ма на ком ду-

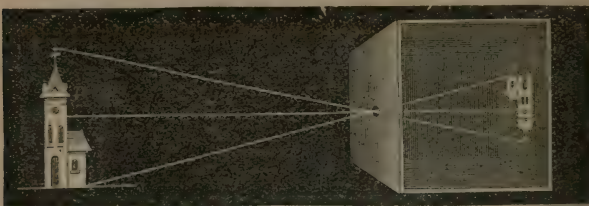
вару такве мрачне коморе отвори мала рупа, кроз коју може светлост од околних тела



Сл. 26.

пролазити, увек ће се на дувару коморе, која је спрам те рупе, појавити изврнута слика онога предмета, који би се испред рупе налазио (сл. 27). Са врха црквенога торња полази између многих других зракова један, који правце улази у мрачну комору према њеном доњем крају; зрак, који са доњег краја цркве

улази у комору, иде на више. Кад дакле поједини зраци са сваке тачке цркве и торња



Сл. 27.

уђу у комору, даће већу или мању слику те зграде у мрачној комори, и та ће слика бити изврнута.

Нема никакав утицај на постајање слике облик отвора или рупе; сасвим је свеједно, да ли ће тај отвор бити округао или ћошкаст. Али што је рупа мања, слика је истина слабије осветљена, али оштрија; кад је отвор велики, слика је светлија, али нејасна, збрисана.

Слика, која постаје у мрачној комори, може бити мања од предмета, може с њим бити једнака по величини, а може бити и већа од њега. То зависи само од даљине дувара или заклона, на који пада слика, од отвора мрачне коморе. Ако је даљина заклона од отвора мања, но што је даљина предмета од отвора, и слика ће бити мања; ако је дувар толико исто иза отвора, колико је предмет испред отвора, слика је исте величине са предметом; најзад ако је заклон даљи од отвора но што је предмет, онда је слика већа. Била пак ве-

личина слике ма каква, она увек остаје изврнута.

Такве изврнуте слике могу постати и у обичним собама, само кад се затворе капци, те се соба добро замрачи. Кроз кључаоницу на вратима, или кроз ма какав други мали отвор, виде се на наспрамном дувару или на таваници изврнуте слике оних предмета, који се на пољу налазе. Нарочито су занимљиве слике мимопролазећих људи, како у мрачној

Сл. 28.

соби ходају у супротном смислу. Таква једна изврнута слика види се на сл. 28, која је, да би се што боље видела, ухваћена на нарочитом заклону.

Више пута није потребно имати праву мрачну комору, па добити извртање слика. Кад у мрачној соби упалимо свећу и наместимо на извесној даљини један заклон, па

Сл. 29.

између свеће и заклона метнемо једну пробушену карту, намах ће се на заклону појавити изврнута слика од свеће (сл. 29).

И у природи, а нарочито у густим шумама, имамо исте појаве као и у мрачној комори. Дебели хлад испод дрвећа изгледа мрачан према осветљењу изнад дрва, те игра исту улогу коју и мрачна комора. Кроз разне отворе, који између листова остају, допиру сунчеви зраци овде онде на земљу, али слике, које на земљи праве, округласте су, јер су то

слике сунчеве, које ту постају на исти начин као и у мрачној комори (сл. 30).

Сл. 30.

Видели смо напред, какав силан утисак чини на пажљивога и осетљивога посматрача онај поступни прелаз од дана ка ноћи као и од ноћи ка дану, оне атмосферске појаве, које прате залазак и излазак сунца, сутон, сви-

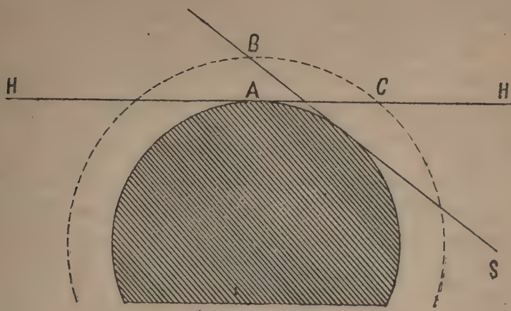
тање, зора. Сад имамо да додамо да и те појаве долазе услед простирања светлости по правој линији, скопчано са атмосфером, која омотава нашу земљу.

Познато нам је већ, да свако тамно тело, осветљено с једне стране, рецимо сунцем, баца за собом сенку, мрак, који омотава све оно, што у њу западне. Тако исто и наша земља, као тамно тело, требало би да на један пут покрије тамом све оно, на што не падну сунчеви праволиниски зракови, да од дана напрасно постане ноћ, чим сунце зађе за хоризонат; на исти начин из јутра требало би да из мркле ноћи од један пут и без поступних прелаза засине дан, чим се сунце роди.

То би тако било и тако мора да буде на оним небеским телима, која немају атмосфере. Али земљина атмосфера, која се доста високо пење у висину, чини онај поступни прелаз од дана ка ноћи и обратно, који је нама свима познат.

На слици 31 представљена је земља у пресеку и тачкаста линија BC означава границу наше атмосфере. Линија HH је хоризонат за неко место A на земљи. Док је сунце изнад HH, дотле је месту A дан; кад сиђе испод хоризонта (HH), место A није више осветљено. Међу тим сунчеви зраци, који по правој линији полазе са сунца S и иду правцем SB, осветљавају више слојеве атмосфере изнад A до B као и цео комад BC, који је изнад хоризонта и који се види из A. Тај осветљени део (BC) атмосфере шаље своје слабе зраке на земљу

у А, осветљавајући својом слабом светлошћу површину земљину, која је под њом, и чинећи



Сл. 31.

на тај начин да светлост поступно (а не напрасно) опадне између дана и ноћи.

Исто се то дешава изврнутим путем из јутра, кад сунце још испод хоризонта осветли највише слојеве атмосфере јутарњом светлошћу, која даје зору.

Колико ће светлости на тај начин пасти на земљу из високих слојева ваздушних, зависи од дебљине или другим речима од висине атмосфере. Кад би атмосфера била много виша него што је сад, кад би се она пружала врло далеко свуда око земље, ти врло високи слојеви њени увек би нешто светлости слали на земљу и ноћ би на земљи била непозната.

Јачина и обим јутарњег и вечерњег осветљења мора зависити, то се по себи разуме, од стања атмосфере при изласку и заласку сунца. Кад су доњи слојеви прозрачни, а горњи више

или мање згуснути, осветљење је јаче него кад су највиши слојеви и сами врло прозрачни, те лако пропуштају кроза се сунчеву светлост, не осветљавајући се.

У нашим се пределима чешће испуњују ти услови за јаче јутарње и вечерње осветљење, нарочито зими; у поларним пределима ти услови готово увек постоје, јер по ваздуху плове ситни делићи снега или ледени кристалићи. У тропима, где је ваздух сасвим сув и прозрачан, како зора тако и сутон много краће трају и путници из наших предела изненаде се, како брзо после заласка сунчева наступа ноћ.

Изглед неба у вече и из јутра служио је увек за предсказивање времена код свих народа. Тако нпр. кад је небо о заласку сунца црвено, значи да ће бити ветра; црвено небо из јутра предсказује кишу. Кад је зора сива, може се очекивати лепо време, док је на против киша поуздана, ако вечерње небо има црвенкастосив изглед. Кад се после кише виђају у вече издвојени црвени облаци, значи да ће сутра дан бити леп; жућкастобледо небо, нарочито кад се пружа високо, не значи лепо време. Кад је сунце дању врло бело и кад зађе у белој светлости, од које се оно тешко издваја, значи да се ваља надати бури.

III.

БРЗИНА СВЕТЛОСТИ

У обичном се животу мисли, да се светлост, кад на једном месту постане, истога тренутка види ма са које даљине; другим речима држи се, да се светлост простире тренутно на све даљине тј. да јој је брзина бескрајно велика. Тако су мислили сви стари научници све до XVII века, кад се дознало да се светлост не простире тренутно или бескрајно брзо, већ са извесном истина врло великом али опет не бескрајном брзином.

Први пут се дознало да се светлост не простире тренутно извесним астрономским посматрањима, која ћемо мало час описати. Само да би нам ствар била јаснија, узећемо претходно овакав један пример.

Рецимо да смо наместили 4—5 гомила барута, од којих ћемо тачно сваких десет минута по једну упалити. Ако неко са ма какве даљине посматра светлост, коју ће свака она упаљена гомила барута дати, он ће опа-

зити, да између сваке две појаве светлости прође тачно 10 минута Тако ће се ствар десити, па била брзина светлости слаба, или велика, или чак и бескрајна, само ако посматрач остане увек на истом месту.

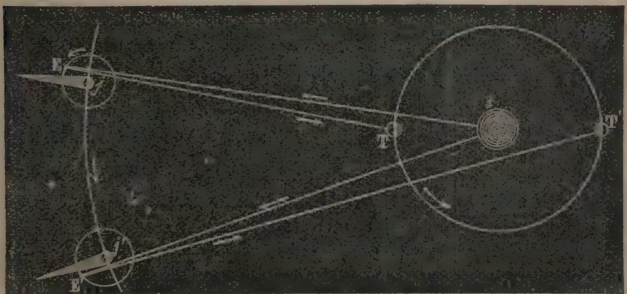
Али ако посматрач види светлост од прве гомиле са извесног места, па док се упали друга гомила он оде даље, онда ће очевидно другу светлост видети не после 10 минута већ доцније, и то у толико доцније, у колико је даље отишао. Ако продужи своје удаљавање, он ће трећу светлост видети не десет минута после друге, него мало доцније итд. Ако се посматрач удаљава железницом, па, док се упали пета гомила барута, оде 40 километара даље но што је био, кад је прву запаљену гомилу видео, онда, ако нађе да између четврте и пете појаве светлости прође не тачно 10 минута већ рецимо 10 минута и две секунде, морамо закључити, да се за те две секунде светлост одоцнила, јер је имала да пређе сада 40 километара дужи пут него у почетку. Тако бисмо од прилике дознали, да је брзина светлости у секунди 20 километара.

Права брзина светлости је много већа од 20 километара у секунди, и за то нам такве пробе не би послужиле да одредимо на земљи брзину светлости. Међу тим се нешто налик на описано повремено јављање светлости дешава на небу и то код помрачења Јупитерових пратилаца.

Планета Јупитер, која је највећа планета у нашој сунчаној системи, има око себе пет

већих и мањих, ближих и даљих пратилаца или месеца. Па као год што се наш месец помрачава, кад уђе у сенку земљину, тако се исто помрачавају и Јупитерови месеци, кад уђу у сенку, коју он за собом баца.

Код оних пратилаца Јупитерових, који су му ближи, помрачења се дешавају врло често и лако се могу дурбинима посматрати са земље. Док нису помрачени, они се виде као мале светле тачке, које на један пут нестану, кад уђу у његову сенку, па се опет појаве, кад из ње изиђу. Најзгоднији је за та посматрања до скора први (а сада, како је пре кратког времена, 1892 године, пронађен још један ближи, он је постао други) Јупитеров пратилац, који се око њега окрене за 42 сата $27\frac{1}{2}$ минута (тачно 27 минута 33·51 секунада).



Сл. 32.

Кад је земља испред сунца и према Јупитеру у Т (сл. 32), онда је Јупитер у ј, а његов пратилац у Е улази у сенку, те се помрачава. После 42 $\frac{1}{2}$ сахата од прилике он сврши

свој цео пут око Јупитера по означеном кругу и опет је у истом положају да поново уђе у сенку. Према томе лако је одредити за целу једну годину, кад ће се тај Јупитеров пратилац помрачавати, а такве су таблице биле већ одавно утврђене за сваку годину.

Дански астроном Ремер, посматрајући 1675 године помрачења тога Јупитерова пратиоца, нађе да се та помрачења не дешавају по таблицама раније прорачунатим, него да се збивају све доцније у колико земља, по својој путањи обилазећи око сунца, иде даље од Јупитера. Највеће се задоцњење опажа, кад је земља на супротној страни од сунца у T' и оно износи 16 минута и 26·5 секунада. То значи, кад се одреди време које протече између два помрачења Јупитерова пратиоца, кад је земља у T, па се после 6 месеца (кад земља дође у T') опет посматрају помрачења тога пратиоца, онда се налази, да се она за 16 минута и 26·5 секунада доцније збивају него што је то било пре шест месеца (кад је земља била у T). Кад земља из T' продужи свој пут према положају T, помрачења се Јупитерова пратиоца дешавају раније и раније и кад земља после даљих шест месеца понова дође у T, она се онако исто збивају, као и пре једне године.

Ово одоцњавање помрачења Јупитерова пратиоца у свему нас опомиње на оно одоцњавање, о коме смо мало час говорили, кад смо палили оне гомиле барута и пустили посматрача, да се од њих све већма удаљује. У

место барута овде имамо помрачавање Јупитерова пратиоца, које се врло правилно понавља свака 42·5 сата. Посматрач се овде са земљом заједно удаљује непрестано за првих шест месеца, услед чега се помрачења све доцније дешавају, док најзад то задоцњење не изнесе пуних 16 минута и 26·5 секунада. Па како се Јупитер врло скоро креће (у поређењу за земљом) то се он за шест месеца премести тек из T у T' док је земља, као што смо видели, за исто време прешла из j у j'. То значи, сада светлост има много дужи пут (за цео пречник земљине путање) да пређе, него кад је земља у j', услед чега мора да наступи задоцњење.

Брзина се светлости може сад лако одредити, кад се зна пречник земљине путање;ваља само тај пречник, изражен километрима, поделити са 16 минута и 26·5 секунада, или, што је све једно, са 986·5 секунада, па добити брзину светлости у једној секунди, изражену такође километрима.

Кад се сврши тај рачун, који је као што се види врло прост, онда излази, да је брзина светлости за секунду у округлој цифри:

300.000 километара.

Ова метода одређивања брзине светлости и ако је била прва, није у исти мах и једина. Јер педесет година доцније, други један астроном, Енглез Брадлеј, одредио је брзину светлости звезда на сасвим други начин, па је нашао у главноме исту цифру, каку смо горе

навели. Извесна разлика у бројевима, износећи само један од сто, могла је постати услед несавршености астрономских посматрања онога доба, али сличност бројева потврђивала је истину, да се светлост не простире тренутно, већ да и њој треба извесно време да пређе дуге просторије небеске.

И ако је брзина светлости огромна — 600.000 пута већа од брзине топовског ђулета — ипак се та брзина може одредити и на земљи на сразмерно кратким одстојањима, као што су то и учинили француски физичари Физо и Корни. На послетку је опет француски један физичар Фуко (Faucault) нашао начина, да измери брзину светлости у једној обичној соби, и да нађе чак и ону малу разлику у брзини светлости, кад она иде кроз ваздух и кад пролази кроз воду.

И ако су сви ти начини одређивања брзине светлости између себе сасвим различни, ипак — а то је врло важно — сви су они дали једну исту средњу брзину светлости и то ону, коју смо горе исписали, и о којој не може бити никакве сумње.

Да видимо сад, какве последице наступају услед брзине светлости.

Пре свега да нагласимо одмах да је брзина светлости највећа брзина, са којом се у науци сретамо. Само се брзина електрицитета са њом равна. Обе су те брзине тако велике, да их тешко можемо на други начин појмити сем упоређивањем са другим нама познатим брзинама. Највећа брзина, коју у обичном животу

можемо видети, јесте без сумње брзина топовских метака. Топовско ђуле од 12 килограма тежине излази из топа, који је напуњен са 6 килограма барута, брзином од 500 метара у првој секунди. И кад би то ђуле могло продужити свој пут истом брзином до сунца, оно би тамо стигло тек после девет и по година. Светлост пак са сунца дође на земљу за 8 минута и 13 секунада.

Небеске се просторије мере истим мерама као и простори на нашој земљи, тј. километрима. Али док нам овде стижу хиљаде километара, дотле су за даљине небеских тела милиарде, па и билиони, сувише ситне величине. С тога се исказују небеске даљине новом једном јединицом и то брзином светлости. У место да се каже, да је рецимо сунце удаљено од земље 150 милиона километара, може се рећи да светлости треба, као што видесмо, 8 минута и 13 секунада да са њега дође на земљу. Међу тим та је даљина сразмерно мала према осталим небеским даљинама. Јер најближа звезда (после сунца) толико је од земље далеко, да њеној светлости треба $4\frac{1}{2}$ године. Сиријус, најлепша звезда нашем зимњем небу, много је даљи; његовој светлости треба скоро девет година, док стигне на земљу. Северњача је још даља; светлост, која са ње полази, стиже на земљу тек после 46·5 година. Ко би хтео ту даљину да представи километрима, ваља да претвори 46·5 година у секунде и њих да помножи са 300.000.

И то су звезде сразмерно блиске; то је даљина звезда сразмерно великих. С оних звезда, које се једва виде голим оком, светлост долази тек за 225 година. Држи се, да са звезда у кумовској слами светлост стигне на земљу тек после 4000 година, прелазећи наравно сваке секунде 300.000 километара.

И због тога што се светлост не простире тренутно, што јој треба извесно дуго време да пређе велике даљине, због тога ми не видимо небо онако, како је оно, кад га гледамо. Овога тренутка видимо на пример месец онакав, какав је био пре једне секунде и четврт (јер светлост са месеца стигне за $1^1/_4$ секунду); једну звезду видимо онакву, каква је била пре 5, неку другу пре 10, 50, 100 итд. година. Кад би се са северњаче могли видети поједини догађаји на нашој земљи, сада би тамошњи посматрачи гледали оно, што се на земљи дешавало 1848 и 1849 године.

Према свему томе небо не само да не изгледа онако, како нам се чини, кад га гледамо, већ оно цело није такво било ни у једном извесном добу; оно нам се показује у исти мах у више доба или још боље у скоро бескрајно много доба. Свака се готово звезда види у другом времену; једна се види онаква, каква је била у добу Омирову, нека друга је из доба Немањића, а трећа из времена Хајдук-Вељкова. Исто је то и са угашеним звездама. Сигурно ће бити међу звездама, које данас гледамо, и по гдекоја већ давно угашена; али њен последњи зрак још није стигао

на земљу и зато она још светли за нас. Према даљини њиховој такве ће звезде још стотине или хиљаде година светлити, и ако светлост са њих више не полази, јер последњем њиховом зраку треба толико година, да нам јави о катастрофи оних тела, са којих је пошао.

Ево како Хумболт пише о тој ствари: „Све што видимо на небу припада у самој ствари епохама много ранијим од оних, кад су светли зраци објавили њихово биће становницима земљиним; то су као гласови из прошлости, који нам сада стижу. Сасвим је истина, кад се каже да смо нашим великим дурбинима продрли у исти мах и у простор и у време. Ми заиста меримо једно другим; један сахат хода за светлост износи 110 милиона мириаметара. Док су се у Теогонији Хезиодовој васионске димензије мериле падањем тела („за девет дана и девет ноћи само, наковањ небески пао је с неба на земљу“), дотле је Хершел ценио, да светлост, коју шаљу оне једва видљиве небеске маглине у његову телескопу од 40 стопа, ваља да утроши близу два милиона година, док дође до нас. И тако је врло многих појава већ давно нестало, а наше их очи још нису дознале; врло су се многе промене, које ми још не видимо, одавна на небу извршиле.“

IV

ОДБИЈАЊЕ СВЕТЛОСТИ

Кад је било говора о изворима светлости, рекли смо, како има тела, која светле својом светлошћу, а има их и таквих, која у наше очи шаљу светлост, која није њихова, већ коју су од неког другог светлог тела добила. То су тако звана осветљена тела. Та тела постају на тај начин осветљена, што ону светлост, која до њих од неког светлог тела дође, одбију и упуте на другу страну; због тога се још и каже, да се та тела виде „у одбијеној светлости“. О томе одбијању светлости и о законима његовим имамо сада да говоримо.

Кад светлосни зраци на своме путу наиђу на какво тело, ограничено било равним или кривим, било правилним или неправилним површинама, она једним својим делом (ако могу) улазе у то тело, а другим, некад већим некад мањим делом, одбијају се од њега. Какво ће пак то одбијање светлости бити, зависи од

природе самих површина, које светлост одбијају; ако су те површине зрнасте, неравне, рапаве, дакле у опште неправилне, онда се светлост, одбијајући се, растура на све стране, те се зато и каже, да је то растурена (дифузна) светлост. Таква се растурена светлост шири на све стране тога тела; другим речима тело се ма са које тачке може видети у одбијеној или у растуреној светлости. Лист обичне хартије, и ако се у другом погледу може сматрати као раван и гладак, за светлост је рапав, и за то шаље дифузну светлост и види се, ма са које тачке посматран, више или мање на исти начин.

Сасвим ће се одбијена светлост другојаче понашати, кад се одбија са углађених површина. Онда се одбијена светлост не растура на све стране, већ иде само у једном извесном и одређеном правцу. Око, које тако одбијену светлост тражи, не може је угледати са ма које тачке (као код рапавих површина), већ само са једног извесног низа тачака, којима се светлост праволиниски даље простире. Осим тога док се код рапавих површина (нпр. код хартије) у одбијеној светлости види сама површина, која светлост одбија, дотле се код углађених површина види само одбијена светлост, а површина се види само у толико, у колико је непотпуно углађена, те шаље и извесан део дифузне светлости. Зато се и прави разлика код одбијања светлости: да ли ће се она одбити са углађених или рапавих површина, јер у оба случаја последице нису исте.

И кад се обично говори о одбијању светлости, онда се разуме одбијање са углађених површина. Такве углађене површине, које правилно одбијају светлост, називају се огледала.

Ако су углађене површине равне, и огледала се зову равна; а ако су углађене површине криве, онда су и огледала крива. Ми ћемо се најпре забавити са одбијањем светлости са равних огледала.

Много пре него што је уметност људска дошла до тога, да, услед потреба хигијене или раскоши, глади металне или стаклене површине и да од њих прави огледала, која ће правилно одбијати светлост, природа нам је сама давала прилике да видимо, како се светлост може правилно одбијати и давати слике оних тела, која светлост шаљу и која се у огледалима огледају. Свака мирна површина бистре воде шаље у наше очи верне слике свега онога, што је око ње, па било неба или облака, било сунца или звезда, било дрвећа или стена, као и живих створова, који су на обали или на самој њеној површини. (Види слику Огледање на млавском врелу.)

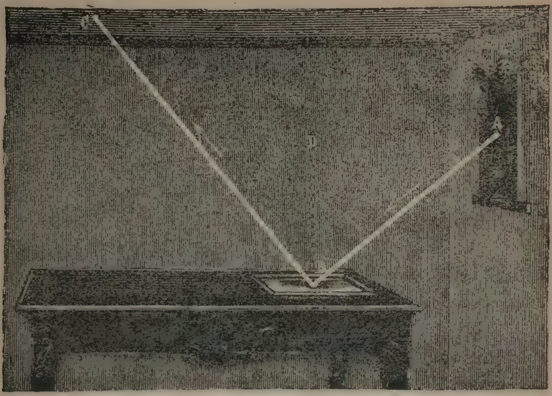
Пре него што дознамо, како се огледају читава тела, да проучимо законе одбијања једног само зрака или још боље једног танког снопа зракова. Нека у једну замрачену собу кроз отвор A (сл. 33) падне један сноп светлих зракова на равно огледало B, он ће се одбити правцем BC на више. Ако на оно место (B), где је зрак ударио у огледало, подигнемо једну управну линију BD, она ће преполовити онај

Огледање на

Фотогр. Ђ М. Ст.

ıвском врелу.

угао ABC, који заклапају упадни зрак (AB) и одбијени зрак (BC) на два сасвим једнака дела. Најтачнијим мерењем нашли бисмо, да је



Сл. 33.

угао ABD једнак са углом DBC. Па како се први угао назива „углом упадања“, а онај други „углом одбијања“, то постоји овај закон о одбијању светлости: Угао одбијања светлости увек је једнак углу упадања.

Проучавајући из ближе правац, којим иде одбијени зрак, нашло се да тај зрак не скреће ни лево ни десно, него продужује свој пут у оној истој равнини, у којој је и пао на огледало. Зато постоји још и овај закон о одбијању светлости: Упадни и одбијени зрак, као и управна спуштена на тачку упадања, леже у једној истој равнини; према томе, равнина, у којој се налазе

оба зрака, увек је управна (перпендикуларна) на огледалску површину.

Овим се законима може додати још и овај трећи: Упадни и одбијени зрак налазе се на истој страни огледала. Другим речима, одбијени зрак остаће на истој страни, пред огледалом, и неће отићи негде иза огледала.

Одбијањем светлости са равних огледала постају огледалске слике, које су истоветне с оним телима (светлим било својом, било туђом светлошћу), са којих светлост пада на огледало или која се у огледалу огледају.

Кад кажемо, да су слике истоветне са телима, која се у огледалу огледају, онда замишљамо, да је огледаласта површина сасвим равна; јер огледала, која су крива, па била лоптаста (кугласта, сферна) била цилиндрична, купаста или каквог другог облика, више или мање мењају како облик тако и величину слике онога тела, које се огледа у њима.

У обичном се животу под огледалом разуме највише огледало од стаклета или још и од углађених метала (челика, бронзе, сребра). Међу тим имамо да напоменемо, да се огледалом назива у науци свака углађена површина, која правилно одбија светлост, па била она чврста, течна или гасовита. Већ смо видели, да и мирна водена површина одбија правилно светлост, а тако исто и свака друга површина течности. На исти начин и површине, које раздвајају гасове разних густина, могу одбијати светлост и дају повода из-

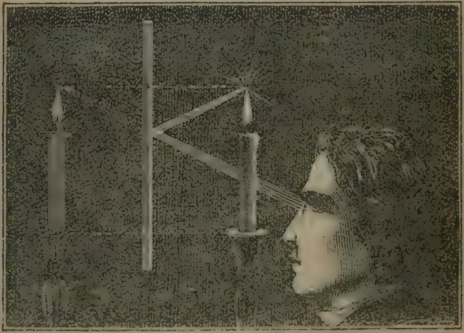
весним природним појавама, о којима ће мало доцније бити речи.

Сл. 34.

Сваки у осталом зна, како изгледају слике у равним огледалима. Величина слике остаје иста са величином самога предмета. Осим тога, кад огледало усправно (вертикално) стоји и слика је у њему права, само су поједине стране слике према предмету изврнуте; десна страна предмета долази на леву страну слике и обратно. Сви ти поједини услови, од којих зависи постајање слике у равним огледалима, могу се изразити овим простим законом: У сваком равном огледалу слика је симетрична према предмету. (Сл. 34)

Да видимо сада, како поједини снопови светлих зракова дају слике у равним огледалима.

На слици 35 види се запаљена свећа пред равним огледалом. Са врха пламена полази



Сл. 35.

један танак сноп зракова, који, ширећи се, иде према огледалу, одбија се од њега по познатим нам законима и, ширећи се и даље,

пада у око посматрачево. Посматрачу, који ове зраке у око прима, изгледа као да ти зраци долазе иза огледала и то управо из оне тачке, у којој би се они, продужени иза огледала, пресекли. Зато посматрач и види слику тога предмета као да је иза огледала, и то исто толико иза огледала, колико је светао предмет испред њега. И ма какав био положај посматрача испред огледала, даљина се слике у огледалу неће променити (само ако се и положај предмета испред огледала не промени), само што ће се, посматрана са других тачака, виђати на разним местима у огледалу.

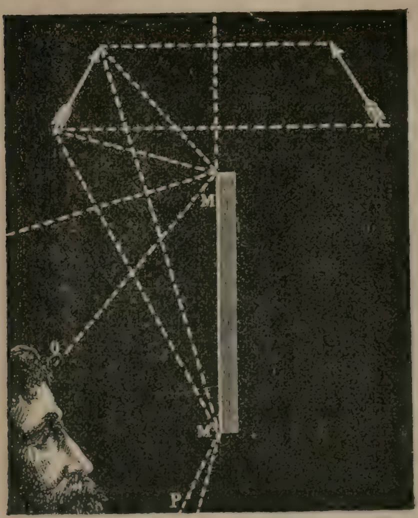
Као год што је постала у огледалу слика врха свеће, тако ће исто и на исти начин постајати слике и осталих тачака њених, док се најзад из свих њих не састави целокупна слика предмета.

Као што нам овај цртеж показује, и као што нам је свима из практике познато, слике, које ми видимо у равним огледалима, не постоје у ствари; оне нису стварно тамо где их ми видимо, већ само изгледају нашим очима да су тамо. Због тога се те слике и називају уображене слике, за разлику од стварних слика, које ћемо познати мало доцније.

Мало час смо напоменули, како наше слике изгледају усправљене у огледалу, кад је и оно усправљено. Али ако је огледало нагнуто (а ми наравно стојимо усправљено), онда ће наше слике у огледалу бити више или мање нагнуте. На послетку кад је огледало сасвим положено (хоризонтално), као што је повр-

шина мирне воде, онда наше слике изгледају изврнуте, и то из тог простог разлога што ноге, најближе огледалу, дају слику и најближе иза огледала; глава пак, која је најдаље испред огледала, биће најдаље и иза огледала.

У огледалу се не огледају само они предмети, који су непосредно испред њега; око може угледати у неком огледалу и слике оних предмета, који су далеко од њега, ако је само згодно положено, да их по одбијању са огледала у себе прими. Познато нам је, да у мирној води можемо видети слике и оних предмета, који нису над самом водом већ и на обали, дакле ван огледаласте водене површине. Како то бива, види се на сл. 36. MM' је равно огледало, и изнад њега налази се светла стрела, која се у огледалу по истим законима огледа, као да је испред њега самога. У осталом ми можемо у мислима замислити, као да се огледало продужује и даље до на-



Сл. 36.

спрам светлог предмета (тачкама продужена површина огледала MM'), те у томе продуженом огледалу добити слику његову. Врх стреле у огледалу видеће се правцем зрака QM, а крај њен правцем PM', којима су се пали зраци са огледала одбили.

Обична се стаклена огледала праве, кад се једна површина какве дебље или тање стаклене плоче обложи једном танком металном покожицом, амалгамом, која правилно одбија светлост. И што је год огледало веће, у толико се ради издржљивости његове мора узети дебље стакло. Та дебљина стаклета чини, те се код равних стаклених огледала види више слика од једнога предмета, нарочито ако се у огледало косо гледа. Ако нпр. метнемо свећу врло близу огледала, па онда сасвим косо посмарамо слику њену, видећемо у исти мах више слика, од којих ће једна бити најјача, а остале слабије (сл. 37). То постаје од туда, што се светлост не одбија само са амалгамисане (задње) површине огледала, већ и са предње (чисте) површине, и та је слика због прозрачности стаклета врло слаба

Сл. 37.

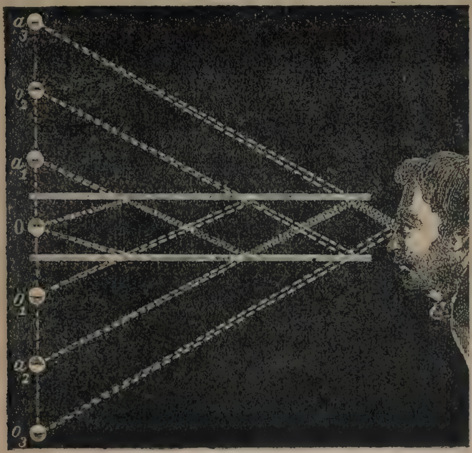
према оној, која се са амалгама одбија. Затим они зраци, који се одбијени враћају са амалгама кроз стакло, при враћању у ваздух, поново се одбију са предње површине огледала и врате опет према амалгаму, те даду нову слику итд. На сл. 38 виде се само две слике од тачке А, и то слика а, која постаје са предње, и слика а', која постаје са задње амалгамисане површине огледала.

Сл. 38.

Кад се два или више равних огледала саставе на један или други начин, онда дају врло занимљиве слике, које постају огледањем у свима огледалима у исти мах.

Најпростији би случај био, кад бисмо узели два паралелна равна огледала, па бисмо између њих метнули какав светао предмет О (сл. 39). Тај се предмет први пут одбије и у једном и у другом огледалу, те даје две слике $а_1$ и $о_1$. Ове две слике се даље засебно огледају и од $а_1$ постаје у доњем огледалу слика $а_2$, а од $о_1$ у горњем слика $о_2$. Сад ће $о_2$ дати у доњем огледалу слику $о_3$, а $а_2$ у горњем $а_3$ итд. Кад се око згодно намести, оно види безброј таквих слика, које су све слабије и слабије, док се најзад у даљини не угасе. То огледање између паралелних огледала нарочито је занимљиво у собама, у којих су цели дуварови обложени огледалима, или на наспрамним дуварима има по једно велико огледало. Ако се у таквим собама налазе људи, они ће сваки себе видети

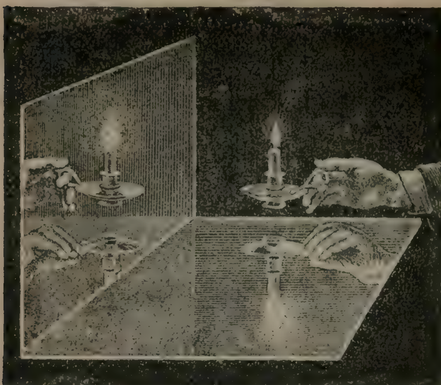
час с лица час с леђа, према томе са ког се огледала одбијање дешава. То се у осталом види и на сл. 39, где светао предмет има две разне половине.



Сл. 39.

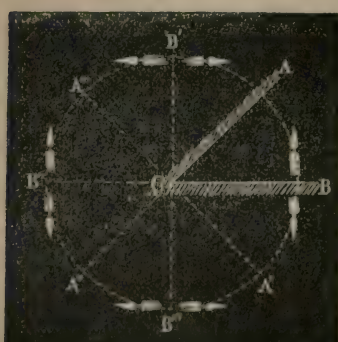
Ако се какав предмет огледа у два огледала, која заклапају између себе извесан угао, онда број ликова није тако велики као код паралелних огледала, већ је мањи, и у толико мањи, у колико је угао између огледала већи. На сл. 40 имамо два огледала, једно положено и једно усправљено, која заклапају угао од 90°; у оба огледала имамо свега три слике. Кад та два огледала још више нагнемо, као нпр. у сл. 41, и доведемо их на половину малопређашњег угла, онда ће број слика бити седам итд. Важно је да поменемо код нагнутих

огледала још ту особину, да све слике, које код тих огледала постану, леже по обиму једнога круга, чије је средиште у оној тачки, где се оба огледала састају (C), а полупречник даљина те тачке од светлога предмета.



Сл. 40.

На основу умножених одбијања између нагнутих огледала направљени су извесни апарати, међу којима је најпознатији *калејдоскоп*, који се често даје и деци као занимљива играчка. У једној цеви од дебеле хартије (или код финијих справа од метала) затворе се два или три нагнута огледала. На једном се крају цеви, спрам самих огледала, између две стаклене

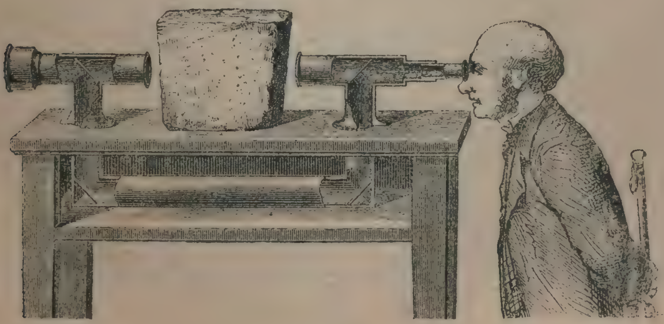


Сл. 41.

плоче, затворе ситне стварчице, најобичније одломци разно обојенога стакла. На другом

Сл. 42.

се крају цеви гледа у њу и види више пута



Сл. 43.

одбијене слике оних стварчица, које дају правилне и шарене слике (сл. 42). Кад се оне две стаклене плоче мало окрену, они се предметићи другојаче поређају, те се и слике у огледалима мењају на најразличитије начине, „као у калејдоскопу“.

Више пута се по градовима показује „мађиски дурбин“, којим се кроз какав комад камена или чега другог виде далеки предмети. На сл. 43 виде се два раздвојена комада једнога дурбина и између њих велики један камен. И ако је дакле дурбин раздвојен, ипак се у њему могу гледати далеки предмети, јер се

Сл. 44.

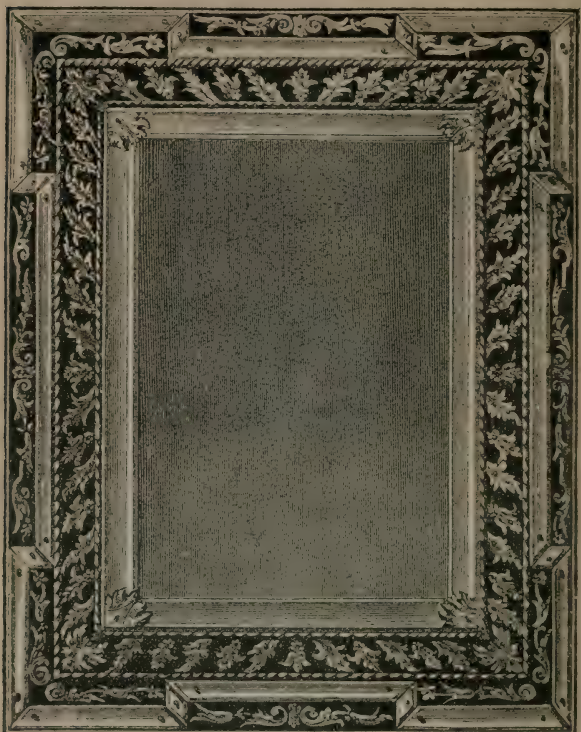
зраци одбијају у четири огледала и долазе опет у око посматрача. По себи се разуме, да се та огледала, као и цеви у којима се она налазе, покрију и затворе тако, да се с поља од свега тога ништа не види.

Најзад сл. 44 показује, како се одбијањем светлости у два огледала могу пратити у рату кретања непријатеља.

Поред врло велике примене у науци, равна су огледала од велике важности и за прак-

Сл. 45.

тичан живот. С тога неће бити згорега да се код њих још мало задржимо.



Сл. 46.

Веома је давнашња употреба огледала. Поред тога, што се о огледалима говори у доба Мојсијево, метална су огледала имали стари Мисирци и давали им разне, више или

мање округласте облике (сл. 45). У старој Грчкој и у Риму украшавани су дуварови по кућама углађеним и огледаластим плочама од челика, сребра, злата као и од скупоценога камена. Изгледа као да су стари знали и за стаклена огледала.

Међу тим тек у петнаестом веку јављају се у јачој мери стаклена огледала, која замењују дотадашња метална. Нарочито је Венеција (Млеци) била чувена својим стакленим огледалима; па и данас су венецијанска огледала на гласу (сл. 46). У прво доба су та огледала била мала, јер су тек од краја седамнаестога века могу израђивати велике стаклене плоче. Данас се врло ретко употребљују метална огледала. Јер и ако се стаклена огледала лако разбију, она се са своје ниске цене могу лакше набавити, а поред тога онај слој, који одбија светлост, заклоњен је стаклетом од спољашњих утицаја, те није тако лако изложен квару као код металних огледала.

Данас се стаклена огледала израђују у врло великим размерама и врло различним каквоћама и облицима. Најважнија је ствар код огледала, да је стакло сасвим равно и безбојно, те да на тај начин не измени облик тела и боју оне светлости, која се на њему одбија. Прављење њихово је прилично просто и врши се од прилике на овај начин. На камену и сасвим равну плочу положи се један лист калаја, који се затим покрије једним слојем живе. Стаклена плоча добро очишћена положи се на живу и притисне, да све што

може живе изиђе. Даљим притискавањем се онај лист калаја са живом (амалгам) прилепи за стакло и огледало је готово.

Амалгамисање огледала живом је врло штетно за здравље радника, који праве огледала; покушавало се, да се место живе употреби сребро, које исто тако добро одбија светлост; али боја слика у овим огледалима је нешто жућкаста.

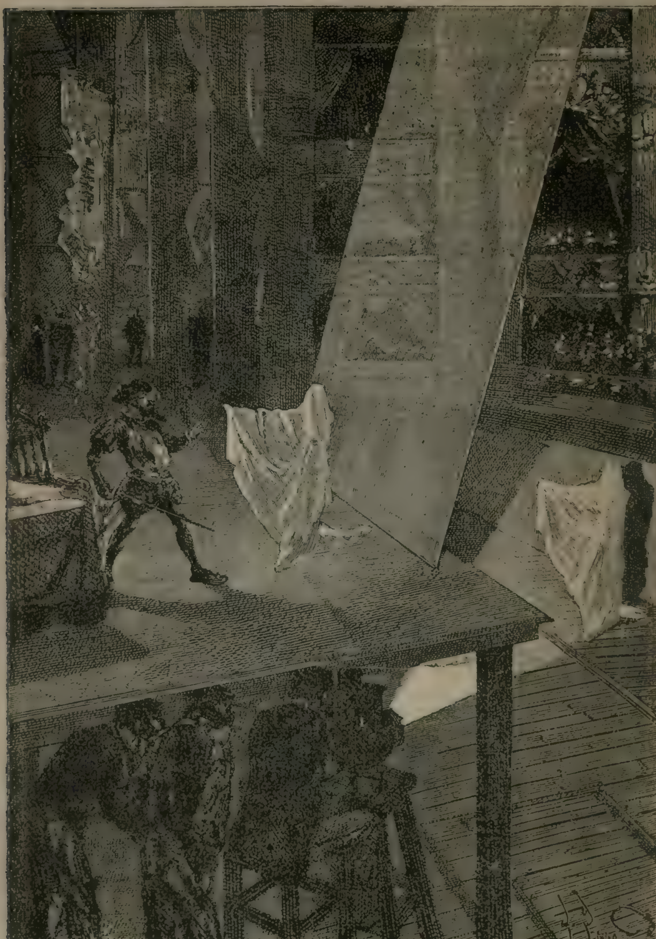
И ако изгледа невероватно, ипак се сасвим равна огледала врло тешко израђују. Она су истина за обичне прилике и непотребна и једина им је примена код извесних апарата. Због тешкоће у изради, та су огледала обично врло мала (тек неколико квадратних сантиметара) и плаћају се по више динара сваки квадратни сантиметар.

Тешко би било изложити овде све оне примене, на које се равна огледала дају у животу употребити. Ми ћемо се ограничити само на неке важније примене, нарочито на оне које су скопчане са извесном тајанственошћу и дају повода многим заблудама и празноверицама.

Таква је ова особина одбијања светлости са равних огледала примењена у позориштима за изазивање авети, вештица, духова итд. (сл. 47). У мањим се позориштима те појаве производе са обичним личностима, које у бело обучене из патоса излазе и натраг се враћају; али је дејство ту много мање, пошто треба да се та привиђења од један пут појаве, па да их после тако исто напрасно нестане.

Сл. 47.

На слици 48 види се, како се то ради.



Сл. 48.

Испод патоса позорнице налази се у L апарат (обично јака електрична лампа), који даје јаку светлост, управљену на ону прилику H, која ваља да се покаже; то је глумац обучен онако, како сама појава изискује и који се може на једну или другу страну, према потреби, кретати.

На предњем крају позорнице намештена је врло велика стаклена плоча G, која ће слабо одбијати светлост, те играти улогу неамалгамисаног огледала. У том се огледалу огледа слика испод патоса сакривенога глумца H, и гледаоци у позоришту са својих седишта виде ту слику у H¹. Пошто је опет то огледало без амалгама, то гледаоци виде кроза њ у исти мах на позорници и глумца, који своју улогу обичним путем изводи.

Природна игра глумца и уображена али покретна слика поменуте прилике могу се на тај начин тако сложити, да гледаоци заиста виде нематеријалну и у оном тренутку непојмљиву појаву духова на позорници.

И ако неамалгамисане стаклене плоче врло слабо одбијају светлост, ипак је, кад је предмет добро осветљен и кад је цео остали простор замрачен, слика довољно светла, да је гледаоци виде. С друге опет стране због замрачености сале, гледаоци не виде стаклену плочу, у којој се она прилика огледа. Целе ће појаве нестати, кад се само апарат L поклопи и светлости пут пресече, да се појави опет, кад се светлост пусти. —

Говорећи о одбијању светлости у опште, споменули смо, да се светлост може одбити и са гасовитих тела. Одбијање светлости са разних слојева наше атмосфере изазива многе појаве, које се с времена на време виђају у њој, и дају повода најразличитијим, али готово увек ванприродним тумачењима.

Стара и средња историја пуна је прича, како се као претече великих догађаја видела врло често на небу по два или три сунца као и по два и три месеца са другим знацима.

Сл. 49.

Приложена сл. 49 показује такву једну појаву три сунца из године 1492.

Године 636 од постанка Рима, у почетку рата са Југуртом, и мало пре но што ће навалити Цимбри и Тевтони, видела се у Риму три сунца.

Анали причају, да је године 1118, за владе Хенрика II, енглеског краља, било на небу два пуна месеца. Исте године краљ победи свога оца Роберта и покори Нормандију.

Године 1157 видела су се такође три сунца и у средини био један крст.

Све то јављање по два или три сунца и месеца основано је на обичном одбијању или боље рећи огледању њихову у разним слојевима ваздушним, нарочито у облацима. Има нарочита једна врста облака, која најлакше изазива те појаве, а то су облаци од врло ситних ледених иглица, који у исти мах лебде врло високо над земљом. Те иглице нису беле, као на пример код снега, него су прозрачне као бистар лед, због чега се често и не виде, и својим огромним бројем сачињавају више или мање раван слој, у коме се као у огледалу с већом или мањом потпуношћу одбијају и сунце и месец. Такво једно двогубо сунце представљено је на слици 50, а видели су га и нацртали два физичара, Барал и Биксио 15 (27) јула 1850 године, и то са ваздушне лопте. Слика одбијенога сунца била је скоро тако исто светла као и само сунце.

Да одбијена слика сунчева буде испод правога сунца, треба да је онај, који то гледа, или на каквом високом брегу или на ваздушној лопти. Са површине земљине се види обично

онда друго сунце или месец, кад је облак, у коме се сунце огледа, изнад сунца; онда је и слика сунчева изнад самога сунца.

Сл. 50.

Кад се поред сунца, у своме непрестаном кретању нађу два таква облака, један десно, други лево, онда се сунце у оба огледа у исти мах, те се поред њега јаве две његове слике. И зато се онда на небу виде три сунца (или месеца).

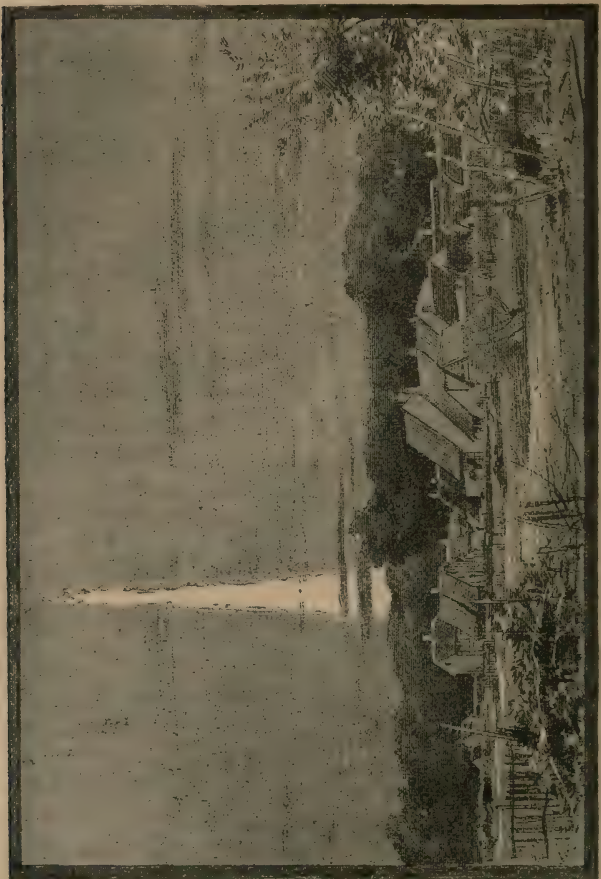
У вези са тим вишегубим појавама сунца и месеца стоје и појаве светлих крстова, пламених стубова итд. на небу. Овакве се појаве приказују обично, кад је сунце (или месец) ниско на хоризонту, дакле пред сам залазак

или излазак сунца, а повод су им опет они облаци, састављени из ледених иглица.

Сваки је могао приметити, кад гледа сунце или месец при заласку, или какву јаку светлост над узнемиреном воденом површином, да се у води види дугачка, развучена слика њихова, која се често врло дубоко спушта у воду. Покретна површина водена може се сматрати као да је састављена из врло многих, једна до друге поређаних и нагнутих равних површиница, од којих свака одбија светлост, па се те светлости једна на другу настављају, дајући на тај начин дугачку развучену слику. Сасвим налик на ту развучену слику, рецимо сунчеву, у дубини воде, постају светли пламени стубови при заласку или изласку сунца у облацима, састављеним из ледених иглица. Ти су стубови у толико виши, у колико се сунце више спушта, и по кадшто се виде и пошто сунце сасвим зађе. На слици 51 представљен је такав један огњени стуб, који је виђен у Француској 30 јуна (12 јула) 1877 године и који је трајао читаве три четврти сата после сунчева заласка.

Може се десити, да распоред ледених иглица у облаку, који такав стуб изазива, буде такав, да стуб буде врло кратак, а при дну раширен, те и не изгледа на прави стуб, већ на какву троугласту површину. Таква се једна појава видела 1816 године (сл. 52) при рађању сунца у месецу септембру. Француски сељаци видећи, како та сенка личи на троугли шешир Наполеонов, говорили су: „Видите, да ће се

Наполеон вратити, кад нам сунце показује његов шешир.“



Сл. 51.

Кад је сунце мало више изнад хоризонта, и игличасти облаци се налазе испод њега, онда

се у свему појави оно исто, што смо рекли да бива, кад се сунце огледа у немирној воденој површини; онда је светао стуб окренут на ниже, и изгледа као да на своме горњем крају носи сунце.

Сл. 52.

Најзад може се десити, да такав облак стане пред само сунце, и онда се у исти мах јави више таквих светлих стубова. Често се деси, да се такви стубови укрсте, показујући више или мање потпун крст, чему народно

веровање придаје религиозан значај. Такав се светао крст видео између осталих 10 (22) априла 1847 године пред залазак сунца у самом Паризу. Поједини краци крста били су од прилике 15° дугачки. Сл. 53 представља такав светао крст виђен у Хавру 7 маја (п. н.) 1877 године у 6 сахата 45 минута у вече.

Сл. 53.

Најзначајнија појава те врсте, нарочито у историји наше хришћанске цивилизације, јесте без сумње чувени Константинов крст. У рату против Максимијана Херкула, цар Константин и цела његова војска видели су на небу светао крст, знамење победе хришћана. Историци су се мало бавили атмосферским приликама те појаве; али су ипак напоменули,

да је небо било покривено као неким сивим покровом и да је време после тога било кишовито. Не сумњајући ни мало у истинитост ове појаве, ми видимо, да се она десила у приликама, које прописују закони одбијања светлости.

Кад светли зраци у својим путевима по правим линијама наиђу на углађену криву површину, они ће се и са ње одбити онако исто, као и са равне површине. Ми навалице кажемо, да ће се светлост са кривих углађених површина, дакле са кривих огледала, одбити онако исто као и са равних; јер се заиста свака крива површина, ма каква она била, може сматрати као да је постала из безбројно многих и ситних равних површиница, поређаних једне поред других. И сваки дакле зрак светлости, који пада ма на коју тачку криве површине, одбија се са ње као са равне површине, тј. под истим углом, под којим је и пао итд. Сва је разлика између онога одбијања код равних огледала и овога код кривих у томе, што се овде положај оних равних ситних површиница свакога тренутка мења, те по томе се и правац одбијених зракова са разних делова криве површине мења. Због тога сва крива огледала, ма каква она била, неће давати истоветне слике, као што су давала сва равна огледала, него ће слике код кривих огледала зависити како од облика огледала тако и од њихове величине, као и од

даљине предмета од кривога огледала, у коме се огледа.

Крива огледала могу бити веома различна, као год што су различне и криве површине. Ми ћемо се међу тим зауставити код оних кривих огледала, која постају глађењем лоптастих или кугластих или још и сферних површина. То су тако звана **сферна огледала**.

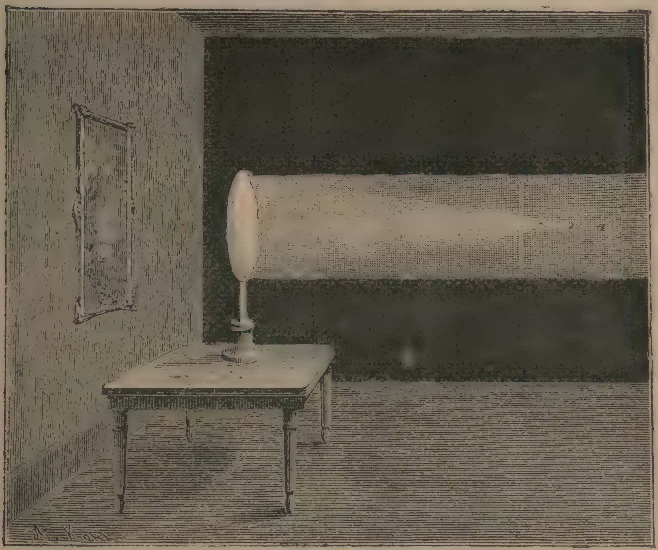
Сферна огледала могу бити двојака, према томе да ли је пупчаста (спољашња) страна или издубљена (унутрашња) страна углађена и огледаласта. Прва се зову **испупчена (конвексна)**, а друга **издубљена (конкавна) сферна огледала**.

И сферна огледала, како једна тако и друга, могу као и равна огледала бити направљена од метала или од стакла. Све што смо о особинама те две врсте огледала рекли код равних огледала, то вреди и за сферна.

Узмимо најпре једно шупље или издубљено сферно огледало. И да бисмо дознали, какве су његове опште особине, пустимо на то огледало један сноп сунчевих (паралелних) зракова (сл. 54). Одмах ћемо видети, како се после одбијања сви ти зраци, приближујући се један другоме, скупе у једну малу тачку пред огледалом; та тачка, веома светла, није ништа друго до сасвим смањена слика сунчева.

Одмах ћемо овде уочити разлику, која постоји између ове слике, коју нам дају сунчеви зраци, одбијени у шупљем огледалу, и између слика, које смо познали код равних огледала. Код свих равних огледала слике су биле уо-

бражене; ова слика, коју добијамо код шупљега огледала, није уображена, она постоји,



Сл. 54.

јер је можемо ухватити на листу хартије или ма на каквом другом заклону. Зато се та слика зове **стварна**. Осим тога, слика, која у шупљем огледалу постаје од **паралелних** (сунчевих) зракова, добила је нарочито име: она се назива **жижа**.

По себи се разуме, да сва сферна (шупља као и пупчаста) огледала нису једнаке кривине; једна су више а друга мање искривљена, према томе, колики је полупречник оне лопте, од које је огледало одсечено. Али била кри-

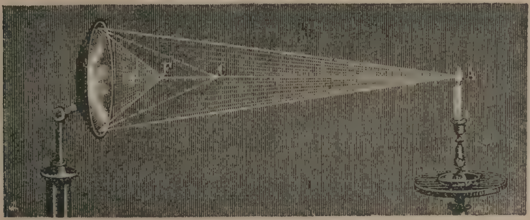
вина, или, што је све једно, био полупречник некога шупљег огледала ма какав, даљина жиже од огледала износи увек половину полупречника. Зато се и каже, да је жижа шупљег огледала на половини даљине између самог огледала и средишта кривине.

Све се то види представљено у појединостима на сл. 55. H, G, L су паралелни зраци, који падају на шупље огледало MN. Тачка C је средиште кривине, а AC полупречник кривине огледала; са тим полупречником AC описана је она лопта, од које је огледало MN одсечено. Зрак HB пада код тачке B на огледало; ту се подиже управна BC, те се одреди упадни угао HBC. Угао одбијања, једнак углу упадања, биће CBF; то значи, зрак се по одбијању креће правцем BF.

Сл. 55.

Зрак GD одбиће се на исти начин ка тачки F, па тако и сви остали зраци, дајући на тај начин жижу F. Из слике се лако види, да је F на половини даљине између средишта кривине C и средине огледала A. Линија AFCL, која пролази кроз средину огледала, жижу и средиште кривине, зове се **главна осовина** код сферног огледала.

Да зраци падну паралелно на огледало, ваља предмет, који их шаље, да буде бескрајно далеко (нпр. сунце, звезде итд.). Узмимо сада да предмет није бескрајно далеко, него близу огледала, и нека тај предмет буде свећа А (сл. 56). Нека извесна тачка те свеће даће своју слику негде у тачки F, која ће бити између жиже f и средишта кривине С. Кад



Сл. 56.

тако пропратимо сваку тачку у пламену свеће тражећи јој слику, ми ћемо најзад добити целу слику пламена (сл. 57), коју ћемо лако моћи ухватити на заклону од обичне хартије, јер је слика стварна. На исти бисмо начин могли добити стварну слику у шупљем огледалу и од каквога предмета у природи, коју онда можемо лако и прецртати (сл. 58).

Најважнија ствар, на коју имамо да обратимо овде пажњу, јесте та, што је слика изврнута и смањена. И ако премештамо предмет, дакле свећу час ближе час даље од огледала, и слика ће се премештати и бити час већа час мања. Најмања ће слика бити,

кад би предмет био у бескрајности; онда ће слика као што знамо пасти у жижу. У колико

Сл. 57

предмет више приближујемо огледалу, у толико слика расте по величини (остајући увек изврнута) и примиче се средишту кривине огледала. Кад метнемо свећу у само средиште огледала и слика ће пасти на то исто место, биће изврнута, али по величини једнака с предметом. (То је најлакши начин наћи средиште кривине једном шупљем огледалу.)

Да пођемо сада са свећом (тј. светлим предметом) ближе огледалу; слика његова

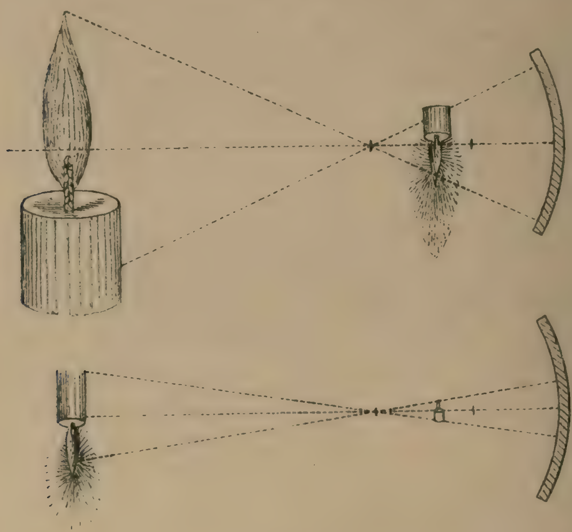
отићи ће даље од огледала, биће опет изврнута, али увећана. И што год ми будемо

Сл. 58.

намештали свећу ближе ка жижи и огледалу, толико ће слика ићи све даље и даље ка бескрајности и бити већа и већа, остајући непрестано стварна и изврнута. Кад предмет дође у жижу, слика оде у бескрајност, тј. зраци иду из огледала паралелно.

Из овога различитога понашања слике и предмета у шупљем огледалу изводи се ово правило. Ма где био предмет између средишта кривине и бескрајности, његова ће слика бити смањена, изврнута и пасти између средишта и жиже. И обратно, био предмет ма где између

средишта кривине и жиже, слика ће бити увећана, изврнута и падати између средишта и бескрајности. Ако упамтимо положај предмета и слике његове, па онде, где је слика била, метнемо предмет, добићемо нову слику онде, где је први пут био предмет. У колико је први пут слика била мања од предмета, у толико ће сада бити већа од њега. Зато се тачке,

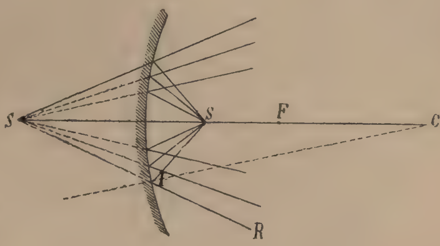


Сл. 59.

на којима се налази предмет и у које падају слике, код шупљих огледала зову спрегнуте (коњугиране) тачке (сл. 59).

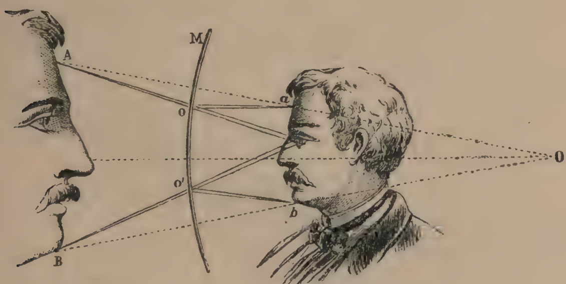
Изместимо ли предмет из жиже ка огледалу, онда ће зраци излазити из огледала разилазећи се (као и код равног огледала) и неће

дати слику пред огледалом (сл. 60). Овде је жижа у F, а предмет у S, дакле између жиже и огледала, и зраци се разилазе. Продужени у истом правцу кроз огледало, даће слику S иза огледала, и та ће слика бити сада уображена.



Сл. 60.

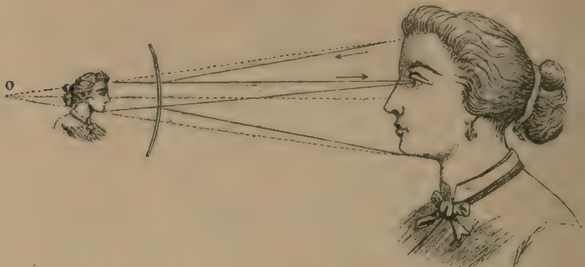
Ако у место једне тачке узмемо читав предмет, нпр. ми се сами огледамо у шупљем



Сл. 61.

огледалу, а наместили смо се између жиже и огледала, онда ћемо се видети у шупљем огледалу као и у равном, само ће нам слика бити сада увећана. Како пак постаје та увећана слика у шупљем огледалу, види се подробније на сл. 61.

У испупченим огледалима, тј. оним кугластим површинама, код којих је испупчена (спољашња) страна углађена, жиже као и све слике, које у њима постају, увек су уображене и још можемо додати смањене и праве (сл. 62). И код тих се огледала води рачун о



Сл. 62.

њихову средишту кривине, које је сада иза огледала (о), и по њему се суди о већој или мањој испупчености огледала. Што је огледало пупчастије, тј. што му је полупречник кривине мањи, дакле сама лопта, од које је огледало направљено, мања, у толико је и слика мања. Али у колико је слика некога предмета у огледалу мања, у толико је опет светлија. Од туда

Сл. 63.

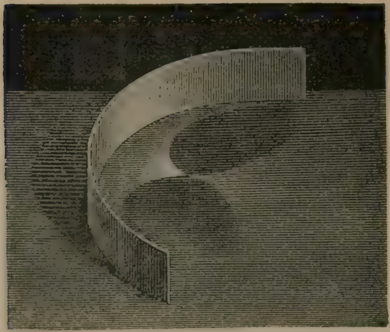
она сребрнаста сјајност росних капљица (сл. 63), у којима се из јутра огледа сунце. Свака је кап једна куглица, па у исти мах и веома испупчено огледало, које даје истина врло мале, али и врло сјајне слике. Кад бисмо изближе загледали слике у росној капи, видели бисмо веома ситно насликане околне предмете у њој.

Сл. 64.

Више пута се по вртовима ради украса држе веће или мање разно обојене кугле, у

којима се огледају околни предмети у смањеном размеру. Такве стаклене лопте често употребљују и сликари (сл. 64), да у њима добијене смањене слике прецртају и сниме.

Кад савијемо лист беле хартије у полукруг (сл. 65), добићемо једну врсту шупљег огледала, код кога ће светлост после одбијања показивати извесне криве линије, које се зову жижне или каустичке линије. Такве се линије виде готово у свима нашим домаћим судовима, чашама, шољама, чинијама итд., нарочито ако су донекле напуњене каквом непрозрачном течношћу, вином, кафом, млеком, мастилом итд. (сл. 66).



Сл. 65.

Више пута се на вашарима нађе поред разних других занимљивости и по какав „кабинет за смејање“, у који кад се уђе, сваки се мора насмејати. Ту су обично намештена крива огледала, и то или сферна или цилиндрична, и шупља и пупчаста. Поред тога што је слика увећана или смањена (према томе да ли је огледало шупље или испупчено), цилиндрична огледала дају накарађену слику и то или сувише узану а дугачку, или сувише широку а кратку, која свакако код оних, који

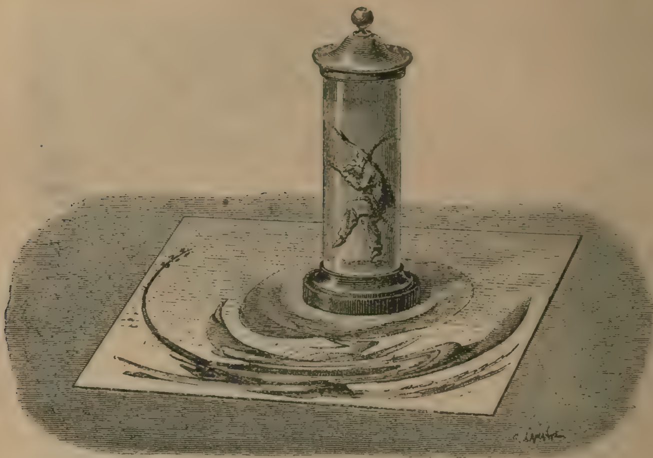
је гледају, изазива смех. Узане а дугачке слике даће цилиндрично испупчено огледало, кад му је оса усправљена, а широке и кратке слике, кад је та оса положена.

Сл. 66.

Ако хоћемо да нам цилиндрично испупчено огледало дâ нестиснуту слику, онда предмет мора бити много шири него обично, и тако насликан да он изгледа накарађен. На сл. 67 види се, да на хоризонталној хартији насликан предмет нема никакве сличности са сликом, која од њега у цилиндричном огледалу постаје.

Ма каква била разлика између предмета и његових слика у овим огледалима, ипак не треба мислити, да се овде светлост одбија по неким другим законима, а не по оним, које смо ми познали код равних огледала. На против закони одбијања светлости са тих, као и са сваких других огледала, исти су као и код равних огледала, и слике су накарађене само због промењљивости кривине код тих огледалај те се поједини делови предмета у свакој друго,

кривини другојаче огледају. И због тога, што су закони одбијања светлости остали непро-



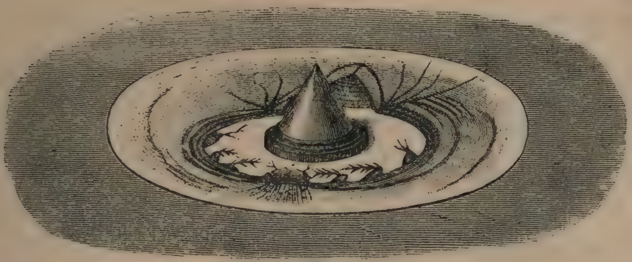
Сл. 67.

мењени, могле су се и насликати на хартији чудновате слике, које у извесним огледалима (као у сл. 67) дају обичне и одређене облике.

Исти је случај и са купастим, коничним испупченим огледалима. Слике 68 и 69 показују какав облик треба да има цртеж, па да у таквом огледалу изиђе слика обичнога облика. Оваке накарађене и деформисане слике зову се анаморфозе.

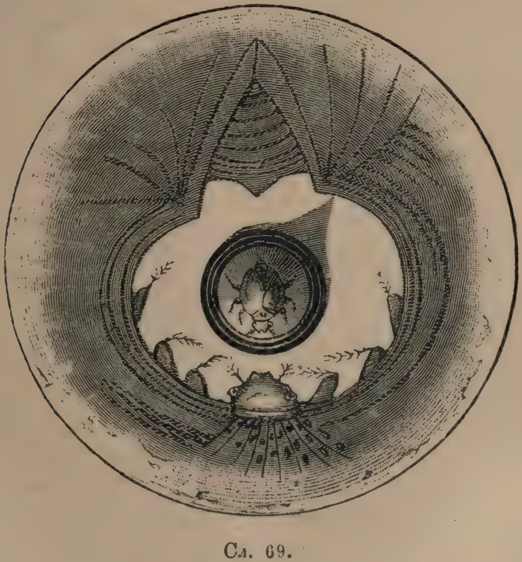
Међу осталим кривим огледалима ваља нарочито да споменемо параболска огледала. Та се огледала праве увек шупља, и личе у главноме на обична сферна и шупља огледала, само су више издубљена. Док сферна

огледала не могу одбијањем слати од себе потпуно паралелне зраке, дотле параболска



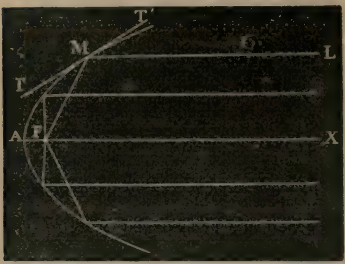
Сл. 68.

огледала то савршено чине, само ако се предмет, који светлост шаље, метне у њихову жижу.



Сл. 69.

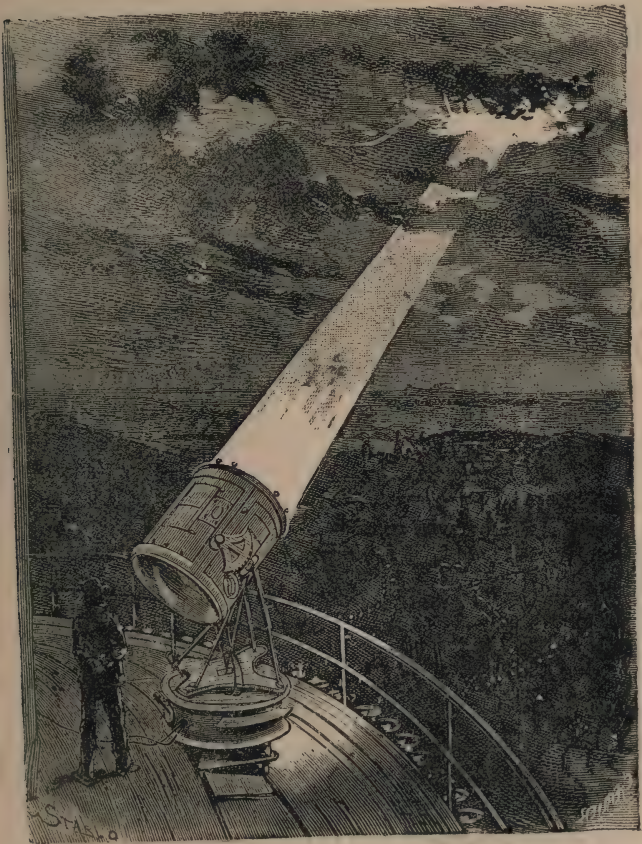
Са те особине параболских огледала, она се употребљују као рефлектори код лампа итд., и то обично онда, кад се светлост шаље само у једном правцу а на велику даљину. Сл. 70 показује како зраци, полазећи из жиже параболскога огледала, излазе из њега паралелно. Сл. 71 пак показује, како се са висине Ајфелове куле у Паризу таквим једним параболским огледалом осветљавају електричном светлошћу облаци. Иначе су таква огледала употребљена у војсци, да ноћу осветле земљиште, на коме се непријатељ налази, те да се прате његова ноћна кретања. Таквим се огледалима чувају морске обале од изненадног ноћнога доласка непријатеља. У морским кулама светиљама често се параболским огледалима шаље светлост на велику даљину.



Сл. 70.

Свакоме је позната она прича из старе историје, како је Архимед, са висина зидова Сиракузе, огледалима запалио Марцелову флоту, која је ту варош с морске стране затворила била. Али историци нису нашли за потребно да кажу, којим је начином то Архимед постигао. С тога су многи доцнији писци сумњали у истинитост тога догађаја. Још кад смо говорили о изворима светлости, видели

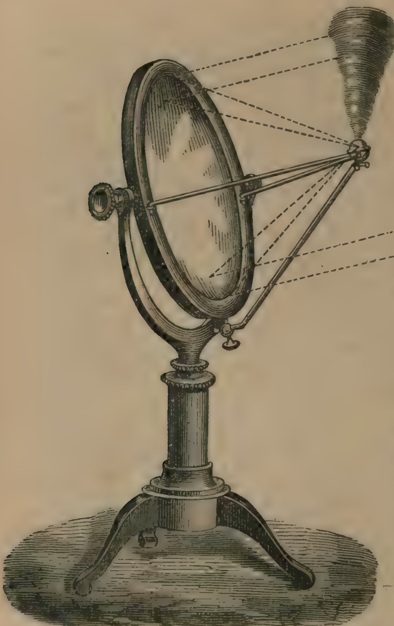
смо, да наши обични светлосни извори дају светлост, тек кад се јако загреју, те према



Сл. 71.

томе су ти светли зраци у исти мах и топли. Исто то вреди и за сунчеве зраке, за које

сви знамо, да су топли. Па с тога, кад каквим сферним огледалом скупимо сунчеве зраке у једну тачку, у жижу, она је не само врло светла, већ и топла толико, да често можемо њоме запалити лако запаљива тела (сл. 72).



Сл. 72.

У место да узмемо шупље огледало, могли бисмо произвести слично дејство кад поређамо више равних огледала једно поред другога, тако да сва скупа чине шупље сферно огледало. Јер, ако се сећамо, ми смо говорећи још у почетку о сферним огледалима рекли, да се свако такво огледало може сматрати као да је састављено из безбројно многих равних огледала поређаних једно поред других. Према томе, ређајући врло много мањих равних огледала, добијамо истина испрекидано сферно огледало, али оно ће моћи, само ако је довољно велико, учинити исто топлотно дејство као и неко, истина мало мање, али непрекидно огледало.

Из свега тога излази, и ако нам није остао никакав траг о саставу Архимедових огледала, да ипак можемо закључити, да је он поменуто дејство могао постићи сферним огледалима.

У седамнаестоме је веку први пут испало за руком појединима да направе таква сферна огледала, која би имала слична дејства као Архимедова огледала. Такво је једно огледало око 1620 године направио калуђер Кирхер, а затим око 1680 године француски физичар Вилет, који је правио таква огледала за поједине владаоце онога доба, за персиског и данског владаоца, а нарочито за Лудвика XIV. Ево каквим се речима описује једно такво огледало и његова дејства:

„Огледало има 34 палца у пречнику; претвара у стакло за тренут цигле и шљунак, па ма какав он био; сагоревало је у најкраћем времену најзеленија дрва, претварајући их у пепео; тако је исто брзо растапало све врсте метала. Ма како тврд био челик, није се могао опирати његовој топлоти, као ни остали метали, и топио се тако, да је један његов део отицао а други прштао у варницама.

„Последње му је огледало још лепше. Оно има у пречнику четрдесет и три палца; а три палца и једну линију шупљине. Жижа му је удаљена три стопе и седам палаца и широка је као пара од пет солда; ту се скупљају сви сунчеви зраци и ту се врше сва она чудновата дејства најјаче ватре на свету, а

светлост је на том месту тако јака, да се очима не може гледати, управо као ни сунце.

„Сем главне му особине да запали и стопи све, што му у жижу дође, то огледало има још и других занимљивих особина.

„То огледало даје слике на даљину од петнаест стопа и то тако живо, да један човек, који се у њему огледа и држи у руци батину или мач, па замахне на слику, не може се уздржати а да се не уплаши од таквог истог покрета, који учини слика према њему.“

Вилет, творац тих огледала, прича, да је Лудвик XIV стао пред такво једно огледало с мачем у руци на неколико корака од огледала, да добро види дејство његово, па се изненадио, кад је видео руку, која се из огледала подигла на њега. Рекоше му, да се нагло приближи огледалу: одмах се и његов противник приближи њему; на крају се опази знак страха и тако се застидео, да је наредио да се огледало одмах изнесе.

Даље се у опису тога огледала вели:

„Према положају огледала и према положају појединих предмета, њихове су слике тако различите, да се виде праве, мале, велике, а по кадшто тако огромне, да се човек изненади.

„Кад се у вече у жижу тога огледала метне каква запаљена буктиња, цела површина огледала изгледа осветљена као оно месец, кад је пун, и толику светлост шаље, да се на пет стотина корака може читати.“ —

Али то огледало, поред поменутих физичких особина његових, изазвало је читаву буну у вароши Лијежу и то услед празноверица. У осталом није ни чудо, да огледало са поменутим, необичним особинама не изазове на се пажњу простога света, који свему, што не може да схвати, придаје мађионички значај.

Десило се, док је Вилетово огледало било у Лијежу, да је време било кишовито, те се није могла извршити жетва, услед чега цена хлебу скочи. Неколико завидљиваца — а дуго се говорило, да је то био посао језуита, којих је онда у Лијежу било врло много, јер је та варош од педесет хиљада душа имала сто педесет цркава, — изнесу, да је узрок толикој киши у то време оно огледало и да је оно криво, што је хлеб поскупио. Тој се измишљотини толико веровало, да се народ почео скупљати у гомиле, јавно грдити огледало и његова изналазача, па се упути стану Вилетову да разбије огледало, а да и њега ако не убију а оно испребијају. На срећу варош Лијеж имала је у оно доба просвећеног прелата. Метеж би расут војском, али није било тако лако искоренити поменуту празноверицу; она је непрестано јачала, те се владика Јосиф Клеман виде принуђен, да упути својој пастви нарочито писмено, позивајући је, да се умири. То је писмено врло занимљив документ о празноверицама, зато га доносимо од речи до речи:

„Јосиф Клеман, по милости Божјој архиепископ келнски, кнез-бирач светога римскога

царства, архиканцелар за Италију и свету апостолску столицу, владика и кнез од Лијежа, Ратизбона и Хилдесхајма итд. итд. итд.

„Свима онима, који ово писмено виде, поздравље. Пошто нам је најпонизније достављено, да је пронесен глас у нашој вароши Лијежу и у околини, да је имени Никола — Франсоа Вилет, који живи од пре петнаест до осамнаест година у нашој споменутој вароши, привлачио својим сажижљивим огледалом кишу, којом су не само наши него и суседни предели кажњени за своје грехе, ми смо се нашли побуђени, бригом коју имамо за наше стадо, објавити, као што овим и објављујемо, да је то једна погрешка, коју разносе незналице, рђави људи или и завидљивци, који, одвраћајући наш народ тим путем од мисли и уверења, да је за своје грехове кажњен, наводе га да припише огледалу казну Божју... Тога ради објављујемо, да то огледало не производи и не може произвести ништа друго, до појаве чисто природне и веома занимљиве; а приписивати му моћ, да отвара и затвара небо, што припада само Богу, била би веома недостојна празноверица. Полазећи ми наређујемо свима свештеницима и проповедницима наше диецезе, где би таква погрешка постојала, да од ње колико год могу народ одвраћају.

„У нашој конзисторији у Лијежу, под потписом администрације нашега општег викаријата in spiritualibus, и под нашим обичним печатом 22 августа 1713.

L. F. владика термополски."

Огледала, која је правио Вилет, била су од метала и тек доцније, кад је фабрикација стаклених огледала била савршенија, прављена су велика шупља огледала од ситнијих стаклених огледала. Најсавршенија таква огледала направили су природњак Бифон око половине и физичар Робертсон крајем прошлога века. Њима су могли стопити врло многе метале и запалити катранисано дрво на даљину преко две стотине стопа. Тако су дакле они поновили оно, што је Архимед извршио, те скинули сваку сумњу у истинитост тога податка историског.

Такво једно огледало представљено је на слици 73.

Сл. 73.

Нећемо се више задржавати код топлотног дејства шупљих огледала, пошто та ствар

спада у науку о топлоти, али ћемо рећи још неколико речи о чудесима, нарочито старога века, у којима су шупља огледала играла врло велику улогу.

Разним је путевима доказано, да су старим народима била позната и равна и крива огледала. И нарочито се кривим (шупљим) огледалима имају приписати све чудновате појаве митолошке, које се често спомињу у старој историји. Из описа, више пута непотпуних, закључује се, да су то биле чисто оптичке појаве. У старом храму Херкулову у Тиру, прича Плиније, био је један сто од светога камена, „одакле су се богови лако подизали“. Ескулап се врло често јављао својим једномишљеницима у своме храму у Тарзу; а храм Енгинума у Сицилији био је чувен као место, на коме су се богови јављали смртнима. Јамблик прича, да су стари мађионичари изазивали појаву богова усред миришљавих пара, које су се са ватре дизале.

Карактер свих тих појава у старим храмовима види се из овога пасуса Дамазијева, у коме се виде обична оптичка дејства, која смо раније видели. „У једној таквој појави, вели он, видела се на зиду у храму јака светлост, која је у почетку изгледала веома удаљена; приближујући се, она се претвори у једну слику, очевидно божанску и натприродну, строга изгледа, умерена благошћу и савршене лепоте. По предањима тајанствене вере становници га поздравише као Озириса и Адониса.“

Као пример за доцнија таква приказивања да споменемо привиђење Василија, цара македонскога. Неутешан за својим сином, тај се владалац обрати понтифу Тодору Лантабарену, који је био славан својим чудесима. И свештеник му показа слику жељенога сина лепо обученог на коњу; младић сиђе с коња, пођe своме оцу у наручја и ишчезе. — Овде је цар видео у шупљем огледалу ваздушну слику свога сина на коњу; у оно је доба сликарство било јако развијено, те је и ова показана слика могла одговарати изгледу његова сина.

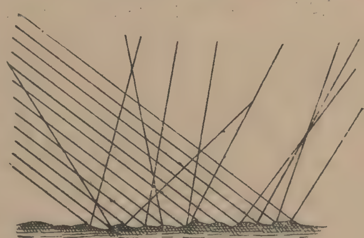
У свима се оваквим приказивањима нарочито спомиње, како је у тим просторијама горела ватра, на коју су се палиле разне скупоцене смоле и есенције. С извесног, сасвим скривеног краја слале су се шупљим огледалима разнолике слике и зраци, полазећи из огледала, наилазили су на густе облаке дима, који су се огњишта подизали у вис. И кад год је такав облак наишао на зраке, на облаку се тренутно покаже слика, да је опет нестане кад се дим попне даље, те да тамо покаже какву другу слику итд. Тако испрекидано виђање тих слика (што је у исти мах чинило утисак на гледаоце као да их је врло много) постало је одређеније, у колико се простор пунио димом; цела се пак група слика јавила онда, кад је простор био једноставно димом испуњен.

Поред горње улоге, коју су имале запаљене миришљаве смоле, оне су у исти мах

опијале и заносиле гледаоце и тиме повећавале илузију и умножавале привиђења, тако да би било тешко рећи, које су слике гледаоци заиста гледали, а које су се саме у њихову збуњеном мозгу јављале.

До сад смо говорили само о правилном одбијању светлости или, да се тачније изразимо, о одбијању светлости са правилних и углађених површина. Том приликом видели смо, кад би се светлост одбијала са савршено углађених површина, да се те површине не би виделе, већ само слике, које у њима постају. Познато је многима, како у некој соби, обложеној огледалима, дођемо до самога зида, а не видимо да не можемо даље ићи, док руком не ударимо о само огладало. Огледала се, само ако су добро углађена, у обичним приликама и кад не обраћамо довољну пажњу, заиста не виде. И кад би случајно, сем светлосних извора, сва тела у природи била савршено глатких површина, ми их не бисмо ни једно видели; ми бисмо видели само безброј различитих и неодређених слика светлих тела, нпр. сунца, и ништа друго. Што ми међу тим сада видимо поједина тела око нас, то долази само услед потпуне храпавости или несавршене углађености њихових површина. Као што смо и раније рекли, растурена или дифузна светлост, коју храпаве или неуглађене површине шаљу, помаже нам, да поједина тамна тела у природи видимо.

У обичном се говору за дифузну светлост каже, да је то неправилно одбијена светлост, али то није истина; јер се светлост и са храпавих као и са углађених површина одбија по истим законима. Неправилност, о којој је овде реч, долази услед неправилног распореда појединих већих или мањих зрнаца свакојакога облика, који чине површину, на којој се светлост одбија. Јер сваку храпаву површину ваља сматрати као скуп безбројно многих а веома ситних равних или сферних површиница, поређаних у свима могућим правцима (сл. 74). И кад на такву површину падне један сноп паралелних зракова, они неће са ње поћи (ако је равна) опет паралелно као са углађене површине, већ раштркани на све стране, и ако се сваки од њих, посебице узет, са оне површине, на коју је пао, правилно одбија. И ти тако раштркани и растурени светлосни зраци, падајући у наше очи, помажу нам — као дифузна светлост — да видимо она тела, са којих они долазе.



Сл. 74.

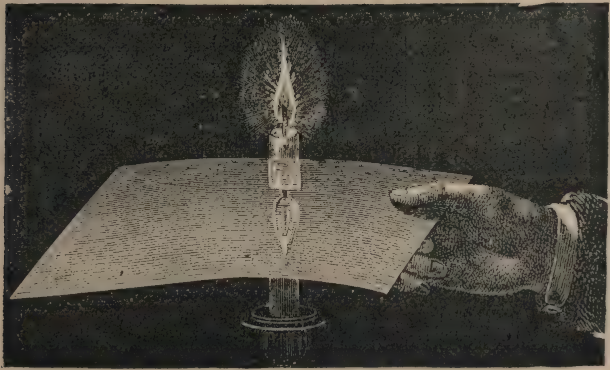
Према томе да ли ће једно исто тело огледаласто одбијати или ће нам слати дифузну светлост, зависи од стања и углађености његове површине; комад углађеног стаклета постаје огледало и не види се; а ако му је по-

вршина храпава и зрнаста, оно се види као мутно стакло. Комад дрвета добро углађен одбија светлост, и у њему у неколико постају огледаласте слике (на углађеноме патосу итд.), док међу тим о сликама нема ни трага, кад је дрво у обичном стању. Јер је глађењу задатак, да уравни неравнине појединих површина; глађењу је задатак, да се обично изразимо, да велике брегове замени брежуљцима, не постижући готово никад савршену равницу. И кад се још томе дода, да поједине углађене површине морају задржати и извесан облик, онда се може појмити, како се за извесне научне инструменте плаћа скупим новцем и најмањи добро израђен и углађен комад метала или стаклета. Углађеност се у толико лакше постиже, у колико су делићи, који ту површину сачињавају, збијенији или, како се то обично за чврста тела каже, у колико су она тврђа. Лепше одбија светлост тврдо дрво, кад се углади, него меко; лакше се углади тврди мрамор него ли меки и шупљикави пешчар.

Шупљикавим меким телима, која се обичним глађењем не би могла довести до тог стања да дају огледаласте слике, може се повећати одбојна моћ, кад се премажу згодном течношћу — лаком — којој је задатак, да испуни поједине неравнине, али да се не упије у то тело, већ да брзим сушењем остане на његовој површини, правећи једноставну глатку покожицу, која огледаласто одбија светлост. Због тога се „светле“ сви лаком премазани предмети, као дрвенарија (код обичног наме-

штаја), прости метали (лакирани метални намештај), многе врсте камења итд.

Многе површине, које у обичним приликама шаљу дифузну светлост, могу згодно посматране слати и огледаласто одбијену светлост. Таква је на пример обична хартија за писање. Ако положимо лист хартије у висину ока, па гледамо какву јаку светлост, рецимо прозор или запаљену свећу, ми ћемо видети у том листу, као у огледалу, слабу огледаласту слику (сл. 75). Према томе многе, не баш сасвим храпаве површине могу, одбијајући зраке који иду врло близу поред њих, понашати се као несавршена огледала. Јер у том положају,



Сл. 75.

падају у око само они зраци, који се одбијају само са врхова појединих неравнина, а ти су врхови више или мање на истој висини, па им не сметају зраци, који долазе из доља и који се обично с њима мешају.

Поред углађености површина, одбојна моћ њихова зависи још и од природе саме материје тих површина, као и од угла, под којим светлост пада и одбија се. Ако пустимо светлост да падне под истим углом, нпр. од 50°, на воду, на стакло, црни мрамор (наравно углађен), живу, метал од кога се праве огледала, онда ће од 100 таквих палих зракова вода одбити 72, стакло 54, мрамор 60, а жива и метал 70. Ако угао упадања расте, број одбијених зракова код прва три тела врло брзо опада, и остане их свега два до три за углове између 60° до 90°, док међу тим жива одбија још 69 зракова од 100.

Тела тамних боја одбијају врло слабо светлост. Чађ не одбија готово никакву светлост. Тела углађена али прозрачна, нпр. стакло, дају слабе слике; од туда су оне слике, које видимо у стаклету од прозора (наравно према каквом мрачнијем простору, дакле с поља дању, а изнутра у вече при свећи), онако слабе, и зато се стакло за огледала амалгамише.

Најсавршенија огледала дају течне површине, кад су мирне, нарочито у оном случају, кад су нам потребна положена, хоризонтална огледала. Таква се огледала, нпр. са живом, употребљавају у многим научним, астрономским и физичким посматрањима.

Пошто је потребно да површина течности буде сасвим мирна, па да да̂ огледаласте слике, то вода готово никад не даје савршене такве слике, јер је увек више или мање узнемирена. Слике одбијене са немирне водене

Фотогр. Ђ. М. Ст.

„Запис“ (код Лесковца).

површине су више или мање измењене и увек издужене. Али кад је вода сасвим немирна и кад брзо отиче, онда од огледаластог одбијања нема ни трага, већ се сва вода онда види у дифузној светлости. На приложеној слици, која показује један запис код Лесковца, види се, како према већој или мањој узбурканости површине Моравине правилно одбијена или дифузна светлост превлађује.

Према овоме што смо до сад видели о одбијању светлости, можемо лако дати рачуна о разним и променљивим појавама, у којима нам се често једна иста материја јавља. Кадифа, била свилена или памучна, увек је без сјајности, кад је у равној површини, јер конци, који су на подлози платненој утврђени као длаке на четки, својим врховима шаљу дифузну светлост. Али чим се једна бора покаже, длаке се разреде, и светлост наилази сада не само на врхове, већ на саме конце, који су глатки, и као безброј ситних цилиндарских и међу собом паралелних огледала одбијају светлост и засветле се. (По себи се разуме, да је сјај свилених конаца већи но памучних, јер су свилена кончаста огледала углађенија од памучних). Од туда оно преливање и непрестано промењивање светлости код тих материја, које се са сваким премештањем боре и само премешта. На тај се начин прелива светлост и у пољу, кад ветар повије израсло жито: док су сламке и листови мирни, светлост се само са њихових врхова дифузно одбија, међутим чим

се повију, покажу се њихове веће или мање површине, те се и сјај одбијене светлости промени.

Свилене се материје сјаје, јер се светлост са свилених конаца одбија као са огледала. И према томе, како су поједини набори распоређени и како ће се светлост са извесних површина одбијати, такав ће бити и утисак на око; њему се чини, као да гледа читав низ ситних огледала најразличитијих облика, која се час појаве а час ишчезну према нагибу светлости, која на њих пада. Велика уметност у ткању или доцнијем прерађивању разних материја изазива најлепше игре светлости на њиховим површинама. Све оне „моариране" свилене материје, које се преливају у разним светлостима, добивају ту своју особину једино или разним распоредом конаца у ткиву или накнадном изменом појединих места на њиховим површинама. Кад се те врсте тканина боље загледају, види се, да им је површина таласасто изведена и да су на појединим местима у неправилним линијама ти таласи пригњечени и уравњени; то је довољно, да се светлост на тим местима другојаче одбија и да премештањем својим изазове у оку пријатно преливање светлости.

Дифузно одбијање светлости не врши се само са спољашње површине некога тела, већ више пута светлост уђе дубље или плиће у саму материју тога тела, па се тек оданде одбијена врати. За таква се тела каже, да о п а л и ш у. Минералози називају опалом једну врсту кварца, који има млечан изглед и прелива

светлост, због чега је употребљен за наките. Кад се тај камен боље загледа, виде се у његовој унутрашњости разно поређане површинице и иглице, које разно одбијају светлост и дају му тај особити изглед.

Често се може вештачким путем изазвати тако опалисање појединих иначе прозрачних материја, нпр. воде; ваља само растурити по њој каква ситна зрна, плочице или кончиће, који ће одбијати светлост. Вода опалише, кад има у себи врло фине прашине; кад се врло мало млека успе у њу или кад се само једно парче креде пропере у води, она добије ту особину. Неколико капи келнске воде, усуте у чашу воде, имају исто дејство; уље, које тој течности даје мирис, ушавши у воду, распе се на безброј веома ситних куглица, које одбијају светлост у свима правцима. На тај се начин може и обично стакло начинити да опалише.

Према томе, опалисање није ништа друго до унутрашња дифузија светлости, која постаје на исти начин као и површинска дифузија. Па како сви одбијени зраци у унутрашњости таквих опалних материја не могу изићи на поље, то су и ти зраци слаби, и то у толико слабији, у колико у тој маси има више елемената за одбијање светлости; опалисање је, може се рећи, први ступањ непрозрачности.

Проучавајући узроке опалисања, долазимо на сличне појаве код гасова, које се врло често дешавају у атмосфери, али на које ми, навикнути већ, не обраћамо никакве пажње.

И ваздух, као и свако друго прозрачно тело, не види се. Па ипак кад сунчеви зраци продру у какав мрачнији простор, онда се њихов праволиниски пут у том простору види; изгледа као да је ваздух на том путу осветљен и да се види. Међу тим ако у ту осветљену путању сунчевих зракова боље загледамо, видећемо да је то безброј ситних зрнаца прашине, који је осветљен и који се види, а да то није ваздух. То, што ми видимо, није ништа друго до дифузна светлост, коју ваздушна прашина шаље у наше очи.

И та прашина, која испуњава ваздух, даје му известан ступањ опалног замућеног изгледа, који је према приликама некад већи некад мањи. Међу тим није само прашина која утиче на овако или онако понашање ваздуха у том смислу. Ваздух је пун и водене паре, која се згушњава, кондензује у врло ситне мехуриће, који тако исто као и обична прашина дифузно одбијају светлост у свима правцима.

Нарочито је важна улога водене паре за изглед ваздуха. Док је температура ваздуха доста висока, водена пара се не кондензује и не види; али чим ма каквим узроком топлота опадне, одмах на горе поменути начин водена пара постаје видљива. Ако се то деси на површини земљиној, онда имамо маглу, и ми се онда сами налазимо у оној средини, која опалише или која мути и квари прозрачност ваздуха. Кад се водена пара кондензује на висини и постане видљива, онда имамо облаке, који дифузно одбијају светлост као и сва остала

тела, која виђамо на површини земљиној. Са том светлошћу, која се дифузно одбија са облака, меша се она светлост, која кроз тање делове облака пробије, и мешавином те две врсте светлости постају све оне разноврсне светлосне промене, које свакога дана гледамо на облацима.

Кад смо рекли, да се ваздух као и свако друго прозрачно тело не види, онда смо ћутке претпоставили, да се то тиче слојева ваздушних, који нису сувише дебели. Али ваздух, узет у свој својој маси, није савршено прозрачан, већ и он дифузно одбија светлост, те се тако и његово дејство меша са онима, које производи прашина и водена пара.

И сва та три дејства чине, те се изглед ваздуха и атмосфере тако често и тако разнолико мења; од њих долази час чисто плаветна, час црвена, час опет друге боје, у којима нам се ваздух јавља. Јер да нема атмосфере, ми не бисмо знали за плаветнило неба; небо би било тако исто црно усред дана као и усред најтамније ноћи; сунце би се видело сасвим онако на црној основи, као што се ноћу виде звезде. То што ми видимо у плаветној боји, гледајући у небо, то је атмосфера, то је ваздух у јакој дифузној светлости, који остаје осветљен и шаље ту светлост и неко време пре као и после сунца, производећи оно благо осветљење, које нам је познато као свитање и сутон, и о коме је на другом месту већ било говора.

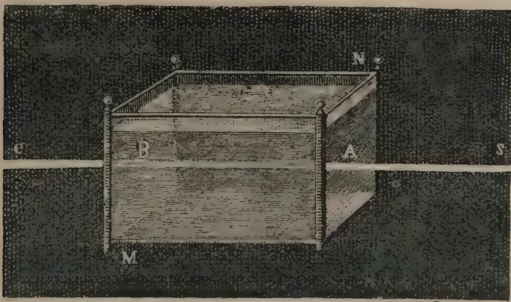
V

ПРЕЛАМАЊЕ СВЕТЛОСТИ

Где је год било до сад говора о простирању светлости, видели смо, да се то простирање дешава по правој линији, кад светлост иде кроз једноставну средину. Ако светлост на томе своме путу наиђе на површину каквога тела, чија се средина разликује од оне, кроз коју се светлост простире, онда ће се један део пале светлости одбити по извесним, нама познатим законима.

Као што сад рекосмо, а тако се у ствари и дешава, само се један део пале светлости одбија са површине онога тела, на коју падне; други део те светлости продужи своје кретање кроз то тело, ако је оно у опште такве природе, да се светлост кроз њега може простирати. Да видимо сад, шта ће бити са светлошћу, кад она пређе из једног тела у друго, или, како се то другојаче каже, кад пређе из једне средине у другу.

Тога ради узмимо један четвртаст стаклени суд пун водом (сл. 76) и пустимо да

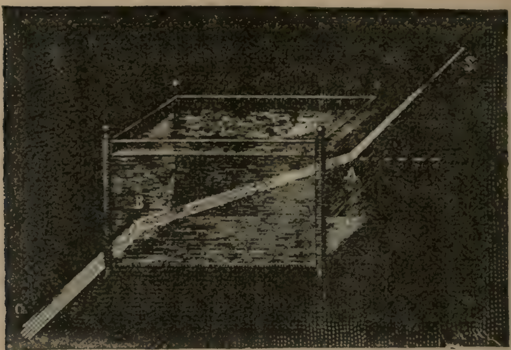


Сл. 76.

светлост падне на његов један дувар, као што слика показује, тј. управно на сам тај дувар. Ако то радимо у мрачној соби, ми ћемо у дифузној светлости прашине, које има и у ваздуху и у води, видети траг зрака, како кроз ваздух тако и кроз воду. Тај ће траг бити у свему права линија, јер ће зрак, који се кроз ваздух простире правцем SA, ући у стаклени дувар, из њега проћи кроз воду и кроз други дувар изићи из воде, задржавајући непрестано исти правац. Три линије, тј. три путање зрака: SA, AB и BC, биће једна иста права линија SC. Тако ће то бити онда, кад светао зрак пада управно на површине, које деле једну средину од друге.

Али ако светао зрак падне косо према дувару суда, тј. косо према површини, која раздваја две разне средине, као на сл. 77,

онда ћемо констатовати, да зрак не иде кроз воду истим правцем, којим је ишао кроз ваз-



Сл. 77.

дух. Излазећи код тачке B опет из воде у ваздух, зрак неће продужити онај пут, којим је ишао кроз воду, већ ће од њега одступити, тако да ће цео пут зрака од S до C бити на два места, код A и код B, преломљен. Зато се цела та појава и назива преламање светлости. Према томе кад год светлост прелази из једне средине у другу (из ваздуха у воду, из воде у стакло, из стаклета опет у воду итд.), падајући косо на ону површину, која раздваја две разне средине, она се увек прелама.

Са појавама преламања светлости сретамо се врло често и у обичном животу и није потребно, да их нарочито удешавамо. Кад метнемо штап у бистру воду, па гледамо косо на онај његов део, који је у води (сл. 78), видећемо да он не иде истим правцем, којим и онај део,

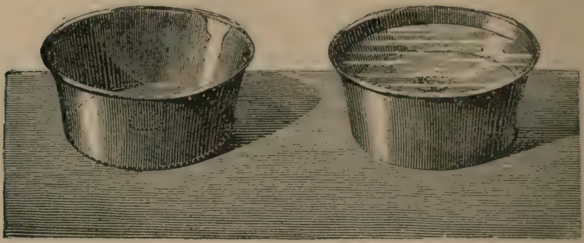
што је ван воде. Штап изгледа сломљен баш онде, где улази у воду, и онај крај, што је у

Сл. 78.

води, изгледа издигнут, као да је постао на један пут краћи, или као да је вода на том месту постала плића. Кад метнемо штап управно на површину воде, штап неће изгледати сломљен, већ само скраћен.

Узмимо ма какав мало дубљи суд од земље, порцулана или метала, само не од стаклета (сл. 79), и метнимо на дно тога суда какав новац. Кад са стране гледамо у суд, нећемо (кроз дувар његов) моћи видети тај новац. Ако не променимо положај, са кога у суд гледамо, а неко други тај суд напуни водом, видећемо на један пут, како се дно

суда издиже, док нам се и новац не покаже, као да је суд постао плићи.



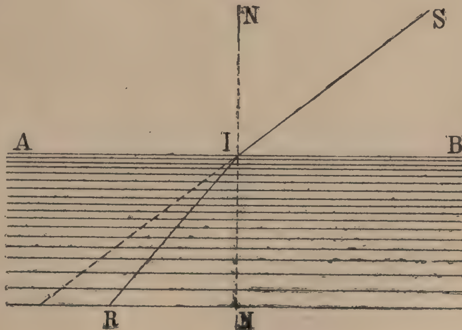
Сл. 79.

Таквих и сличних појава има врло много. Тако нпр. поједини предмети, које гледамо кроз какву флашу пуну воде, изгледаће нам час већи, час измењени и премештени са свог правог места. Чаша, напуњена водом, изгледа плића него кад је празна. Кад какву ствар хоћемо руком у води да ухватимо, често се варамо о правом положају њену. Све такве појаве постају услед преламања светлости, тј. услед скретања светлих зракова, кад прелазе из једне средине у другу, нпр. из ваздуха у воду, или из воде у ваздух.

Преламање светлости не збива се само у свима врстама прозрачних течности, него и у прозрачним чврстим телима, нпр. у стаклету, као и у свима гасовима; шта више, као што ћемо мало доцније видети, скретање или величина преламања не зависи само од косине, под којом светлост пада, већ и од природе

као и од густине оне средине, која прелама светлост.

Појаве преламања светлости познате су биле још старим народима, и ако им они нису знали закона, по којима се врше. Још Аристотело спомиње, како весла изгледају сломљена у води. Сенека у својој првој књизи „Природних питања“ вели: „Сва тела, виђена кроз воду, изгледају већа. Писмена ситна и нејасна, кад се читају кроз стаклену лопту пуну воде, изгледају већа и разговетнија...“ Птоломије је знао чак и за преламање зракова кроз ваздух, који, долазећи са неке звезде у наше очи, наилазе на све гушће и гушће слојеве ваздушне и преламају се. Али се тек почетком седамнаестога века ушло у траг законима о преламању светлости; пронашао их је најпре један Холандез, по имену Снел, а затим, независно од њега, француски физичар Декарт, који их је и увео у науку.



Сл. 80.

Да бисмо видели, по којим се законима прелама светлост, кад иде из једне средине у другу, посматрајмо ствар на овај начин. Нека на сл. 80 права АВ пред-

стављa границу између ваздухаи воде, и нека светао зрак SI падне на површину водену, долазећи из ваздуха. Као и код одбијања светлости, тако и овде, да би се могао даље пратити светао зрак, подиже се управна NN онде, где зрак удари у другу средину, дакле у тачки I. Угао SIN, који зрак заклапа с том управном, зове се угао упадања (као и код одбијања светлости). Код тачке I светао се зрак подели на два дела: један се одбија по законима, који су нам већ познати; други улази у воду и прелама се. Нас се за сад тиче само овај други. Преломљени зрак проћи ће кроз воду правцем IR, заклапајући са управном угао RIN, који је свакако мањи од угла упадања NIS. Зрак дакле, уместо да продужи свој првашњи правац SI и да оде тачкастом линијом, преломио се приближивши се управној NN. Угао RIN, који прави преломљени зрак са управном, зове се угао преламања.

И кад год светлост долази из ређе средине, па улази у гушћу средину (нпр. из ваздуха у воду или стакло, из воде у стакло итд.), увек се тако прелама, да се приближи управној, или другим речима прелама се ка управној.

Хоће ли се зрак при преламању више или мање приближити управној, то зависи једино од односа у густинама између оне средине, из које зрак долази, и оне средине, у коју улази. Али је тај однос за извесне две средине сталан и назива се индекс преламања.

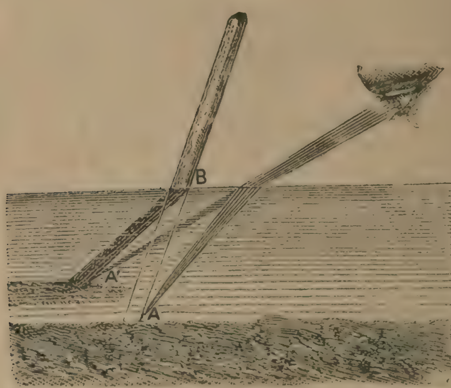
У опште се може рећи, да се зрак у толико више приближује управној, у колико је већа разлика у густинама обеју средина. Вода је од прилике 777 пута гушћа од ваздуха и индекс преламања светлости, па ма под којим углом она пала, износи $^4/_3$ или 1·33.

Прави је значај индекса преламања, што он показује у каквом су односу брзине, са којима се светлост простире у једној и другој средини. Јер брзине простирања светлости су у разним срединама разне: брзина светлости у ваздуху је једна, у води сасвим друга, у стаклу трећа итд. У опште се може узети, што је густина неке средине већа, да је толико брзина светлости у њој мања. Брзина светлости у ваздуху и води је као 4 према 3, те зато је и индекс преламања толики исти. У стаклу је брзина светлости мања, то значи да стакло јаче прелама, те је зато његов индекс у средњу руку 1·5 (јер разне врсте стакла разно преламају). Рубин јаче прелама од стакла (индекс 1·8), а дијамант још јаче (индекс 2·6).

Горња нам је слика показала, како се креће светлост, кад иде из ређе средине у гушћу (нпр. из ваздуха у воду). Међу тим лако се да схватити, да би светлост истим путем прошла и кад би узела изврнути смисао кретања, тј. кад би из воде прешла у ваздух. Онда би малопређашњи преломљени зрак IR био зрак упадни, а упадни зрак IS постао би преломљени зрак. Па како овде зрак RI, долазећи из воде, не иде тим правцем и кроз

ваздух, већ преломљен у I продужује свој пут правцем IS, који је даљи од управне NN него RI, то се онда и каже: светлост се при прелазу из гушће средине у ређу прелама тако, да иде даље од управне.

Према овоме, што смо досад дознали о преламању светлости, било из ређе средине у гушћу, било обратно, можемо објаснити оне појаве преламања, о којима смо говорили у почетку овога одељка. Узмимо нпр. преломљени штап у води (сл. 81). Зраци који полазе са онога краја штапа, који је на дну воде A, иду ма каквим правцем до површине њене; дошавши ту они се преломе, и то тако да оду даље од управне, коју бисмо на том месту



Сл. 81.

подигли, тј. приближе се површини воде. Око, које их тако преломљене прими, не зна какав је био њихов правац кретања пре него што

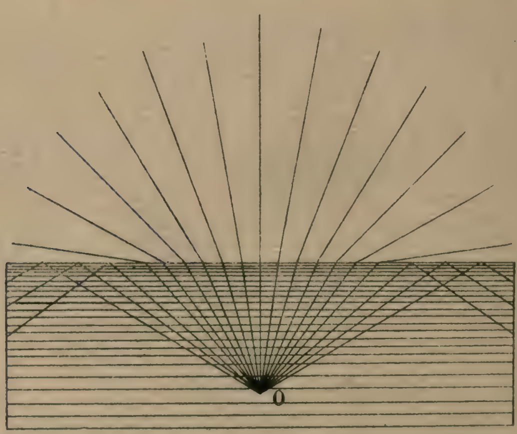
су пали у њега; оно их продужује истим правцем, којим долазе, и зато види на сасвим другом месту A' (тамо где се ти зраци под водом секу и скупе у једну тачку) онај предмет, са кога ти зраци у самој ствари полазе. Зато нам штап и изгледа преломљен, и тај је прелом у толико већи, у колико око косије посматра потопљени крај штапа, тј. у колико је око ближе површини воденој.

Ако гледамо у воду право озго (управно на површину воде), онда нам предмети нису скренути, али нам изгледају плићи (сл. 82).

Сл. 82.

Зраци, полазећи са дна воде из O, и излазећи у ваздух, услед преламања се више разилазе но кроз воду; око, примајући их тако јаче раздвојене, продужује их истим путем натраг, услед чега ће се они под водом пре пресећи, те ће се и тачка O видети у O'.

У место да узмемо, као на сл. 77, само један зрак, који из ваздуха улази у воду, узмимо зраке под свима могућим угловима од B до N и од N до A (сл. 83) и да сви падају на тачку I. Управни крак N неће се преломити, већ ће се у води наћи код N. Онај зрак,



Сл. 83.

који је у ваздуху до њега десно, пашће у воду до N, али лево. Остали зраци од N до B преламаће се све више и више и падаће у воду изм ђу N и C, тако да би се зрак BI, који би ишао по самој воденој површини, пре-

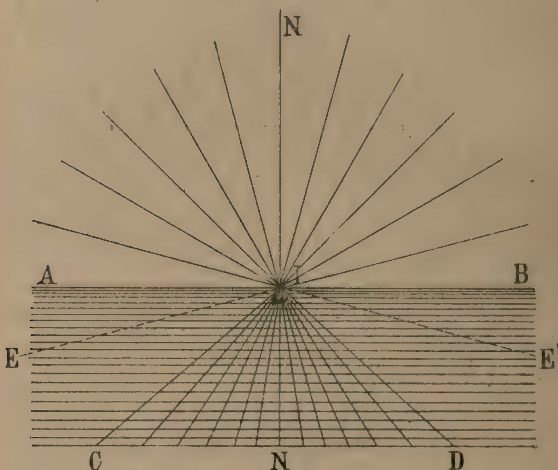
ломио правцем IC. Исто то вреди и за онај сноп зракова, који у ваздуху пада у I између N и A; ти би се зраци преломили тако, да би у води заузели редом места од N до D.

Изврнимо сада ту ствар; у место да нам зраци долазе из ваздуха, нека они полазе из воде и нека иду преломљени у ваздух. Онда ће очевидно зрак NI изићи правцем IN у ваздух, и остали зраци лево и десно пролазиће кроз воду и изићи ће у ваздух означеним правцима, све до зрака CI и DI, који ће један десно други лево ићи по самој површини воде. Питање је, шта би било са зрацима, који би лежали иза C, нпр. са зраком EI?

Пошто је последњи зрак, који је могао изићи у ваздух, и то по самој површини воде, био CI, то ће се зрак EI одбити на том месту као у огледалу и вратити се опет у воду правцем IE'. За такав се зрак каже да је претрпео потпуно одбијање или тоталну рефлексију. То ће исто бити са свима оним зрацима, који би полазили из воде између праваца CI и AI и вратили се у воду у простору обухваћеном углом DIB.

Кад дакле имамо у води неку светлу тачку O (сл. 84), из које полазе светли зраци зракасто на све стране, онда ће бити зракова, који ће преломљени моћи изићи из воде, али почевши од извесне границе зраци се враћају тотално одбијени. Онај угао, који дели зраке, који могу изићи из воде, од оних зракова, који не могу изићи, већ се тотално одбијају, зове

се гранични угао, и он износи за воду 48·5°, а за стакло 41°.



Сл. 84.

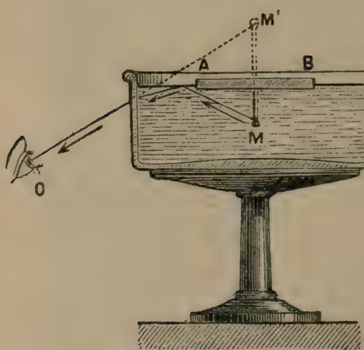
И ако се ти тотално одбијени зраци одбијају са ваздушне површине, као са огледала, под обичним условима за обијање, ипак има неке разлике између тотално и обично одбијених зракова. Та је разлика у јачини једних и других зракова. Јер ми смо казали, кад се светлост одбија са огледала, да се само један део одбија, а други, некад већи, некад мањи део, улази у само огледало. Напротив код тоталног одбијања ни један зрак не може прећи у другу средину, већ се сва светлост враћа, и зато је тотално одбијена светлост јача, њени су зраци светлији него при одбијању са огледала.

О томе се најлакше можемо овако уверити. Напунимо чашу водом (сл. 85) и држимо

Сл. 85.

је тако, да јој површина буде изнад ока. Гледајући у ту површину мало са стране, видећемо је веома светлу, светлију него да је од углађеног сребра и као да је од метала. Та сјајност водене површине долази од тоталне рефлексије. Кашика, која је у чаши (и то онај део што је у води), огледаће се у тој воденој површини као у огледалу.

Многи предмети, које у домаћем животу употребљујемо од разнога стакла, често показују по коју површину сребрнасто сјајну. Тај сјај долази као и горе од тоталне рефлексије оних зракова, који пролазе кроз стакло, па се одбијају на тој површини од ваздуха.



Сл. 86.

Драго камење, нарочито дијаманат, има велики индекс преламања; у колико је тај идекс већи, у толико је већи број оних зракова, који се тотално одбијају у томе телу, и од туда и већа сјајност тих тела. Велика сјајност дијаманта долази од великог броја тотално одбијених зракова.

Ево једнога експеримента тоталне рефлексије, који се може лако извести. Узме се стаклени суд, рецимо обична водена чаша, па се напуни водом. Затим се изреже од плуте

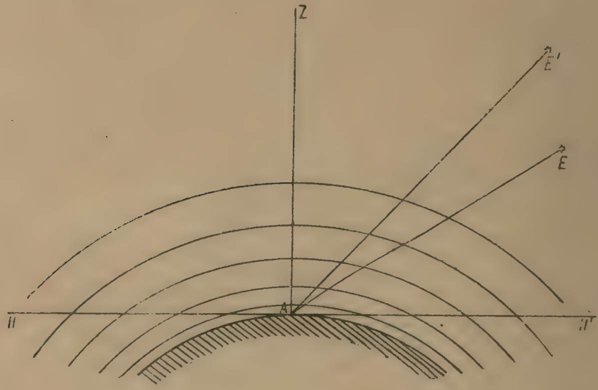
једна плочица AB (сл. 86), која треба да има у пречнику 5—6 сантиметара и у њу се забоде једна чиода M од 1·5 до 2 сантиметара дужине. Кад се плочица са чиодом метне у воду, онда, ма с које стране озго гледали чиоду, нећемо је моћи видети. Напротив гледајући је (оздо као што показује слика) из D, видећемо је у тотално одбијеним зрацима у M'.

Преламање се светлости не збива само онда, кад светлост прелази из једне средине у другу (из воде у ваздух, из ваздуха у стакло итд. или обратно), него и кад пролази кроз једну исту средину, али која није свуда исте густине. Такво се преламање догађа у нашој атмосфери, која, и ако је у целој својој пространости сам ваздух, ипак није свуда једнаке густине, услед чега се светлост у њој прелама.

Позната је ствар, да је ваздух при земљи много гушћи него на висинама; густина ваздуха опада све више, у колико висина његова расте, тако да на послетку ваздуха сасвим нестане и наступи безваздушан простор. Светлост сунца или звезда, долазећи у наше очи на дно саме атмосфере, мора проћи кроз слојеве ваздушне, који су у почетку веома ретки, па све гушћи и гушћи, у колико се приближује површини земљиној. Због тога се и светао зрак, који по правој линији уђе у нашу атмосферу, прелама, наилазећи на све гушће слојеве ваздуха, па дакле и скреће са свога првобитнога правца. То је тзв. атмосферско

или ваздушно преламање. Ево какве су последице тога преламања:

Нека са звезде Е (сл. 87) дође светао зрак према земљи; он ће ма где ући у земљину атмосферу, и у колико буде дубље у њу улазио, све ће се више преламати, јер су доњи слојеви ваздуха све гушћи, тако да ће најзад



Сл. 87.

доспети у око некога посматрача у А. Као што видимо, од звезде Е до посматрача А зрак није ишао кроз ваздух по правој линији; он се праволиниски кретао само до првих слојева атмосфере, али кроз њу је услед преламања ишао по савијеној, кривој линији. И посматрач у А види онда звезду не у Е, где је она у самој ствари, већ у Е', где је показује правац последњега преломљенога зрака, који је пао у око. И као год што је врх онога

штапа у води услед преламања светлости у води изгледао виши, тако нам исто и свака звезда на небу услед преламања њене светлости у атмосфери изгледа виша.

Говорећи о преламању светлости у води, рекли смо, да се само коси зраци преламају, и да зраци, који падају управно на површину воде, пролазе непреломљени. То исто бива и код атмосферскога преламања. Оне звезде, које стоје управо изнад наших глава, не мењају својих места услед атмосферског преламања, док се оне, које се спуштају према хоризонту, виде увек више него што су у ствари. Највише су издигнуте оне звезде, које су на самом хоризонту и то за читав сунчев или месечев пречник, тако да су сунце или месец, кад видимо да се рађају, у самој ствари још испод хоризонта и виде се само због атмосферског преламања њихових зракова. Исто то бива и у вече. И ако је цела сунчева кугла зашла, она се још види изнад хоризонта, опет услед атмосферског преламања. И тако је сваки дан у неколико продужен тим преламањем светлости, а то продужење износи у средњу руку код нас 7—8 минута. У свима астрономским посматрањима води се најстрожи рачун о изменама, које поједина небеска тела претрпе услед атмосферског преламања.

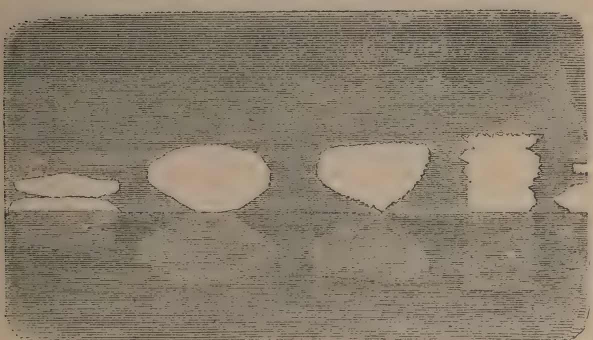
Атмосферско преламање светлости, поред тога што показује небеска тела тамо где она у ствари нису, утиче више пута и на облике, нарочито сунца и месеца. При заласку и изласку своме, сунце и месец никад се не виде

сасвим округли већ спљоштени, и то услед неједнаког преламања оних зракова, који пођу са горњега и са доњега обода њихова (сл. 88). Зраци, који полазе са доњега обода, јаче су преломљени, те је и тај обод у очима нашим јаче издигнут, услед чега слика сунца и ме-

Сл. 88.

сеца изгледа спљоштена. Нарочито се та појава добро види на морским површинама, где сунце не седа иза брегова као на сувој земљи.

Атмосферско преламање светлости вршило би се сасвим правило по горе изложеним законима онда, кад би ваздух у целој својој маси био миран и кад не би било ваздушних струја, које више пута сасвим нагло измене густину ваздуха, па дакле и услове за преламање светлости. Врло велику улогу у тим ванредним променама густине ваздуха игра и загревање ваздуха од земљине површине. Од угрејане земљине површине пење се загрејан ваздух у висину, а на његово место силази горњи хладан ваздух, те тако постану две супротне струје у ваздуху, од којих ваздух при земљи таласасто игра, што се врло лако може летњих дана видети над сваком



Сл. 89.

мало већом површином. По себи се разуме, да се ни светлост у таким приликама не може правилно преламати, па зато доноси више пута у наше очи чудновато измењене и изви-

топерене слике најобичнијих предмета, које се често виде изнад већих равница, кад их дуже опече сунце. По кадшто се облици појединих тела услед тога преламања тако измене, да се не могу познати, као што показује сл. 89, на којој се види какве разне облике може заузети сунце у ниским слојевима атмосферским (пред сам залазак). Не ретко се дешава да се слике деформишу у свима правцима, и виде се час раширене, час издужене преко сваке мере, а по који пут сасвим растурене, као да је тело, од кога долазе, разломљено на више комада.

У вези са тим преламањем светлости у најнижим слојевима атмосферским стоје извесне појаве, које се јављају у пустињама изнад зажарених песковитих површина и које су познате под именом „ваздушног огледања“, „фата моргана“, „тера баба козлиће“ итд. Усијана песковита површина у пустињи изгледа као водена површина, те се у њој огледају слике појединих предмета као у воденом огледалу (сл. 90). И путник, који види тако огледање појединих предмета, тражи да што пре дође до те воде, али она непрестано бежи испред њега, јер та бистра водена површина постоји само у његовим очима; у колико он више иде према њој, у толико више наилази на усијани пустињски песак.

То огледање појединих предмета у ваздуху тако је потпуно, да они, који те појаве

први пут виде, насигурно држе да постају у води. Француски војници за време египатске

Сл. 90.

експедиције врло су се често варали тим сликама. Изнурени жеђу најжудније су се приближавали тим воденим површинама, до којих никако нису могли доспети. Један француски физичар, који је био у тој експедицији, први пут је и објаснио, како постаје то огледање, које се у осталом не дешава само у пустињи афричкој, него и на северу, само ако има већих песковитих површина.

Оваке су појаве познате биле још у старо доба. Ево како се пре две хиљаде година описује појава, о којој говоримо:

„У Африци се дешава нешто врло чудновато. У извесно доба, нарочито кад је време тихо, ваздух је тамо пун слика сваке врсте, једне покретне друге непокретне; све су оне огромне величине, и тај призор испуни страхом и ужасом оне, који нису на њих навикнути. Странци, који нису навикнути на те стране појаве, дршћу од страха, међутим тамошњи становници их се не боје никако.“

И доцније се та привиђења врло често спомињу. У корану се нпр. овако вели на једном месту: Дела неверника су слична серабу (ваздушним сликама) равница: онај, који је жедан, држи да долазе од воде, све док им се не приближи; онда тек види, да нису ништа.

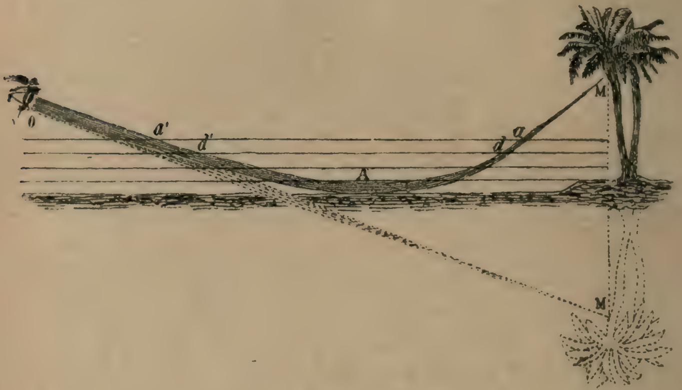
Године 1779 то је ваздушно огледање виђено на две немачке миље далеко од вароши Бремена; цела се варош огледала у једној великој равници као у огледалу. Године 1783 у околини Хамбурга виђене су куће, као да висе изврнуте у ваздуху.

Узрок свима тим појавама лежи у преламању светлости у ниским ваздушним слојевима и то по свима оним законима, које смо већ раније познали.

Кад је ваздух сасвим миран, без икаквог ветра, који са стране дува и меша поједине слојеве ваздуха, онда је онај слој ваздуха, који је до самог тако рећи усијанога песка и сам усијан, па дакле и веома редак. Други слој ваздуха, који се над овим првим налази, није тако врео, па дакле ни тако редак већ нешто мало гушћи. Трећи је слој још мање загрејан и услед тога још гушћи, и тако даље што год више идемо изнад земље, у толико су слојеви ваздушни све хладнији и гушћи, наравно до неке само висине, па после почне опадати густина ваздуха, као и обично. Да најнижи слојеви ваздушни буду ређи од оних, што су над њима, треба да су топлији и да се услед потпуне тишине не могу лако и брзо (због своје разређености) пењати у висину, већ да тако рећи затворени остану ту, где су се нашли.

Ево шта ће бити са светлошћу у таквим приликама. Коси зрак Ма (сл. 91), који са неке палме полази на ниже, наилази на ређи ваздух но што је онај, одакле он долази, и прелама се код а тако, да се удали од управне, а то ће рећи, да му је пут ad положенији од Ма. Наилазећи на даљем свом путу на све ређе слојеве, његов правац постаје све положенији, тако да се негде код А близу над земљом тотално одбије са најређега слоја ваз-

душног и продужи пут ка d' a' у око o. Зрак се дакле враћа у ваздух онако исто, као што



Сл. 91.

се извесни зраци, пролазећи кроз воду, враћају у њу тотално одбијени. По себи се разуме да ће зраци, падајући у око правцем a'o, показати му слику у M испод хоризонта, дакле као у равном огледалу. Па како сваки зна, да такве слике у природи постају само у води, то се и држи, да у оном правцу, где се те слике виде, мора бити воде.

То је најпростији случај фата моргане; то је тзв. д о њ а ф а т а м о р г а н а.

Више пута се та разређеност ваздуха деси само с једне стране гледаоца, и онда се на тој страни покажу одбијени зраци појединих предмета, тј. њихове слике, као у неком великом положеном или усправљеном огледалу. То је п о б о ч н а ф а т а м о р г а н а.

Таква је појава виђена у септембру 1818 године на женевском језеру. То се дешава, кад једна страна или каквог брега или обале буде изложена јаком сунцу, које загреје ваздух, што је поред саме земље. Са тог загрејаног и разређеног ваздуха тотално се одбија светлост, као и мало час у хоризонталном слоју код доње фата моргане.

Ова се побочна фата моргана може много лакше видети, него што се мисли. Често она постаје и од мало већих зидова кућних, кад се они, изложени сунчевим зрацима, јако загреју. Има онда поред самога зида један сразмерно танак слој ваздуха (од неколико сантиметара само), који тотално одбија зраке, који до њега са стране долазе. Ваља око наместити близу зида и гледати у правцу, којим се он пружа; онда се у њему огледају све оне особе, које се према зиду приближују, почевши од извесне даљине пред зидом, као и оне, које се од њега удаљују. Нарочито се те слике виде, ако у зиду буде каквих врата, у која разне особе улазе или из њих излазе.

Има једна појава ваздушнога преламања светлости, која се строго узевши не би могла сматрати као фата моргана, али о којој се обично говори поред фата моргане. То је издизање појединих предмета на земљиној површини у висину. Због тога се издизања многи предмети, који се иначе не виде, јер су далеко испод хоризонта, у извесним моментима појаве на хоризонту и то доста високо; у исти мах се ти предмети покажу сразмерно врло близу,

тј. изгледају ближи него што су у ствари. Ова је појава у осталом сасвим слична са оном, где се поједина небеска тела, услед атмосферскога преламања, показују на небу више него што су у ствари.

И заиста и овоме издизању појединих тела у висину узрок је онај исти, који и тамо, с том само разликом, што је разлика у густини појединих слојева овде повећана неједнаким загревањем. И сада су ниски слојеви гушћи, а високи ређи, само то опадање густине са висином иде много брже услед јачега загревања виших слојева, те и преламање бива јаче. Због тога ће се извесна тела попети у висину на исти онај начин, као што је то показано на сл. 87, и ако су била невидљива испод хоризонта, на један пут се на њему појаве, да их опет нестане, чим се прилике, које су их изазвале, измене.

Код ових појава нема извртања слика, и зато оне тако јако и не падају у очи, а кад се појаве, обично се задовољимо тиме, што кажемо да је ваздух прозрачнији, па се зато виде. Међу тим лако ћемо их одвојити од појава обичне прозрачности ваздуха, што се јављају много више изнад хоризонта, него што бива у обичним приликама, те и површина земљина или водена између тих предмета и нас изгледа издубљена. Због тога необичног издизања тих предмета, они изгледају као да су у облацима.

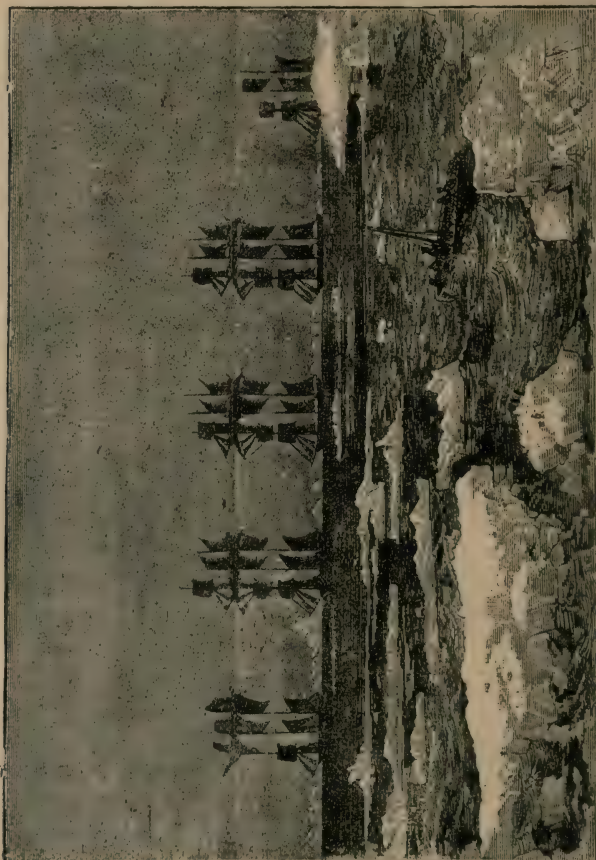
Остаје нам најзад да споменемо и тзв. горњу фата моргану.

Ова се фата моргана може јавити у три облика: или се од некога предмета на земљиној или морској површини види високо над њима једна изврнута, а над овом опет друга права слика (као што је и предмет), или се од те две горње слике види само она што је изврнута, а праве нема, или се најзад види само права, а нема изврнуте слике. Најзанимљивија међу њима је свакако она прва, где се у облацима појаве од некога предмета две слике, једна изврнута и једна права. Слика 92 представља горњу фата моргану, виђену 1869 године у северним пределима приликом експедиције „Германије“.

Ова врста фата моргане долази било од простога било од тоталнога одбијања земаљских предмета у каквом гушћем облаку, или у два таква облака, нарочито ако су они од ледених иглица. Ако се изнад земље на извесној висини налази такав облак, који не мора бити велики, онда се у њему, као у огледалу, одбијају земаљски предмети, који се сви појаве изврнути. Тако се јавља само изврнута слика горње фата моргане. Међу тим ако буду два таква слоја облака један изнад другога, па су они паралелни или мало нагнути, онда ће се појавити две слике, и то једна права а друга изврнута. Доњи облак понаша се као огледало без амалгама; у њему се јавља доња изврнута слика, која огледајући се у горњем облаку даје горњу праву слику.

Кад је нагиб доњега облака такав, да се у њему не види доња изврнута слика, онда

се јавља само горња права слика без доње. Овако постаје горња фата моргана, кад су



Сл. 92.

предмети, који те слике дају, близу посматрача. На против ако су ти предмети врло

далеко и више пута испод хоризонта, онда се веома коси зраци, који са тих предмета полазе, одбијају тотално са извесног горњег разређеног слоја ваздуха и враћају се, те падајући у око посматрача дају му изврнуту слику тога далеког предмета.

Огледање само у једном облаку, које показује само једну и то изврнуту слику, најчешће се јавља и виђа се на свима географским ширинама. Најзанимљивија је међу тим сликама свакако она, која је виђена од Париза ноћу 2 (14) декембра између 3 и 4 сата из јутра. Те је ноћи била месечина, али су месец и небо били у извесним сивим облацима, у којима је Париз као у каквом огромном огледалу показивао своју изврнуту слику.

Има случајева изврнутих слика у облацима врло далеких предмета; те слике, као што смо видели, постају тоталном рефлексијом у ваздуху. Тако је син чувеног физичара Скоресбија видео у поларним пределима у облацима лађу, на којој је био његов отац и коју је бура била одвојила од њега тако далеко, да се на хоризонту није видела.

Такву је исту појаву видео и познати француски сликар Верне у Италији, где се бавио ради својих сликарских студија. Њему се на небу показала читава једна варош изврнута, и то тако јасно, да је могао лако распознати куле, звонаре цркава, куће итд. Он нацрта ту слику и пође оним правцем, куда је појаву видео, да испита, како је она постала. Идући тако од прилике тридесет

километара наишао је на варош, од које је он пре кратког времена нацртао изглед у облацима.

Све поброjане појаве фата моргане дешавају се појединце, и слике су им више или мање правилне (било праве или изврнуте) и неизвитоперене, јер се светлост, која их доноси, одбија са више или мање равних површина, као што се и преламање дешава кроз приближно паралелне слојеве. Али кад површине, које одбијају као и слојеви који прелamају, нису равне, већ више или мање искривљене, онда се мешају још и оне појаве, које смо видели код сферних, купастих и цилиндричних огледала, слике се виде увећане или смањене и свакојако извитоперене и измењене. Те слике, помешане са већом или мањом порцијом фантазије, производе најчудноватије приче о привиђењима, којима се увек приписује неки ванприродни значај.

Историја је пуна примера, како су се овде или онде јављале читаве војске на небу, предсказујући појединим војсковођама победу или пропаст. Није немогућно да су се такве слике јављале услед горње фата моргане праве или изврнуте, као што смо то видели мало час. Али су најчешће та привиђења долазила од неправилно преломљених и одбијених зракова са обичних предмета, који су се очима јављали у извесним облицима сасвим другојачим. Ево како један морепловац (Hayes) описује такве појаве на његову морском путу

на север, године 1861. То се десило на мореузу Смису на 80° северне ширине, дакле на 10° од пола, и то на крају јула месеца.

„Слаб поветарац једва је узнемиривао глатку морску површину и под зрацима чиста сунца наша је лађа путовала, крчећи себи пут између саната ледених. Морске животиње и птице пратиле су нас са свих страна, а бели китови овде онде избијали су из воде на површину. Поред свих тих лепота, које се не могу описати, ми смо били још и сведоци врло занимљивих појава фата моргане, који у осталом нису сувише ретки у овим крајевима летњих северних дана.

„Хоризонат се тако рећи удвојио; предмети су се са врло великих даљина пењали према нама, као позивани каквим чаробним штапом, и висећи у ваздуху мењали су облик свакога тренутка. Ледене санте, границе обала, далеке планине појављиваху се на један пут задржавајући врло кратко време своје природне облике, па онда мењајући се у дужину и у ширину, подизаше се и спушташе према томе, с које стране ветар долази.

„Готово увек те промене беху тако брзе као у калејдоскопу; сви облици, које уображење може себи представити, излазише један за другим на наше очи. Шиљаста звонара, издужена слика каквог далеког врха, пружаше се у висину; не потраја дуго, па се претвори у крст, затим изгледаше као мач; мало доцније показа се у човечијем облику, док је сасвим нестаде, да у место ње изиђе пред нас

силуета леденог брега, који се беше испречио у даљини као каква тврдиња.

„Морска површина, покривена леденим сантама, изгледаше као равница начичкана дрвећем и животињама; затим се испрекидани ледени брегови растурише испред нас и показаше нам читав низ курјака, паса, птица, људи, где играју у ваздуху и скачу са мора у небо... Немогућно је насликати ту страну појаву. Чудовиште за чудовиштем јављало се у тој тајанственој игри, да ишчезне тако исто брзо као што се и појавило.

„Та чудновата вилинска слика трајала је врло дуго, док мало јачи поветарац са севера не подиже таласе морске и целе појаве нестаде.“

Хумболт и Бонплан мерили су температуру ваздуха на обалама Ориноко и нашли су на самој површини песка 53°, а шест метара више само 40 степена. Венац брегова, који се зове Галера, и који је био на 10 до 12 километара одатле, изгледао је као да лебди у ваздуху; палме су биле изнад земље, а на две хиљаде метара видеше једно стадо крава у ваздуху. Није било двогубе слике. Хумболт је такође видео једно стадо дивљих говеда, у коме су нека била на земљи, а друга су као висила изнад земље.

Ево каква су се привиђења те врсте догађала француској војсци за време алгирске експедиције у мају 1837 године. Бонфон прича ово:

„Једно јато рода, сасвим обично у тим крајевима, пролазило је путем на једно шест

километара одавде. Те птице, у колико су наилазиле на језеро, у коме су се одбијале ваздушне слике, добиваху такве облике и димензије, да су изгледале, чисто човек не може веровати, на арапске коњанике, који дефилују у реду. Илузија је била једног момента тако потпуна, да је врховни генерал Биго послао једног коњаника у извидницу. Коњаник пређе преко језера у правој линији; али дошав до места, на коме су се почела јављати трептања ваздушна, ноге коњске порастоше на један пут толико, да је изгледало као да коња и коњаника носи неко чудовиште од више метара величине... Сви смо ми посматрали ту појаву, кад на један пут један густ облак сакри сунце; целе појаве нестаде, и поједини се предмети појавише у својим природним облицима.

„По који пут виђала се друга једна појава, која је у брзо постала предмет забаве код војника. Док би сунце било на истоку, а ветар дувао са запада, и понео какав лак предмет кроз ваздух, било је занимљиво, како тај предмет брзо расте, у колико га ветар даље носи, и чим га ветар нанесе на ваздушна треперења, изгледао би као каква лађица, која игра на воденим таласима. Најбоље је било бацити лаке пауљице од боце, које је ветар лако носио; онда је илузија била потпуна. Из јутра 6 (18) јуна температура је износила 26°, а ветар је дувао са истока; небо је било покривено магличастим слојем. Око осам и по часова из јутра пустисмо низ ветар неколико тих пауљица од боце; чим их је ветар однео

изнад оних места, где се ваздух јаче таласао, оне се на један пут појавише као каква растурена флотила... Лађице су изгледале као да једна о другу ударају, затим однесене ветром још даље на један пут их нестаде, као да су све потонуле у воду.“

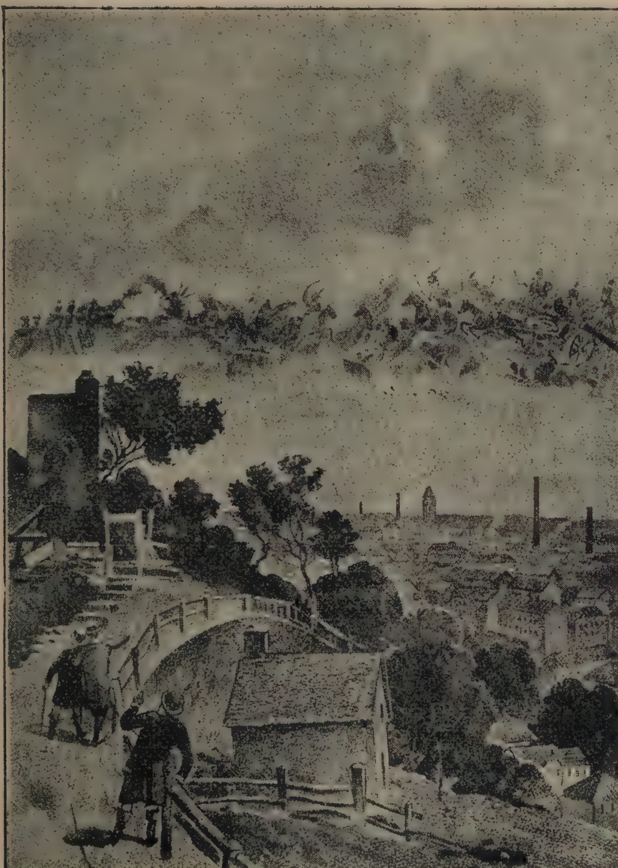
Није редак случај, да се код Неапоља скупља свет да гледа таква иста привиђења, која нарочито постају из јутра, док је ваздух сасвим миран.

На дужину од више километара, море са стране Силиције изгледа као ланац мрачних планина, док од стране Калабрије вода остаје сасвим равна. Изнад ње се више пута види као на каквој слици низ од више хиљада стубова, сви једнаки по висини, по размаку и по ступњу светлости и сенке. За трепут ока ти стубови изгубе половину своје висине и изгледају повијени на сводове као водоводи римски. Често се виде дугачки кућни рогови и читава група замкова, сви потпуно једнаки међу собом. Мало после тога скупе се у једно, и направе читаве куле, којих нестане, те се у место њих опет појаве стубови, затим прозори и најзад јеле и кипрови у небројеној количини.

За време битке на Ватерлоу, три становника из Childbirthвијера видели су јуна 1815 године рано из јутра војску на небу и то тако јасно, да су познали одело артиљерије и између осталога један топ, под којим се точак сломио (сл. 93).

Немогућно је побројати сва таква привиђења, која су се виђала некад, а која се и

данас у згодним за то приликама јављају. Ма како оне биле необичне и чудновате, оне су



Сл. 93.

само игра светлости, преломљене и одбијене са разно загрејаних, па дакле разно и згу-

снутих ваздушних слојева. Оне су некада биле приписиване нарочитој вили (Фата) Моргани, од које су и до данас своје име, али само име, задржали.

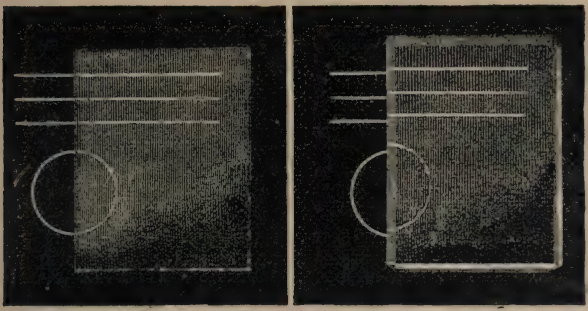
Говорећи до сада о преламању светлости, ми смо се ограничили само на ону појаву, коју видимо кад светлост уђе из једне средине у другу, не водећи рачуна, како се она понаша, кад из те средине на другој страни изиђе. Другим речима, имамо сада да се забавимо са законима преламања светлости у извесним геометриски ограниченим телима и с појавама, које од туда излазе.

Најпре ћемо се задржати код најпростијега таквога случаја, код преламања светлости рецимо кроз једну стаклену плочу, ограничену с обе стране равним и паралелним површинама, дакле кроз плочу свуда једнаке дебљине.

Ако кроз такву стаклену плочу гледамо ма какво тело, или само известан цртеж, и то тако да га гледамо управно на саму плочу, онда ће онај део цртежа, што је ван плоче, бити у продужењу онога дела, што је под плочом; то значи, при управном пролазу зракова кроз такву плочу нема преламања. Али ако ми тај исти цртеж гледамо косо (сл. 94), онда ћемо приметити, да се цртеж испод плоче у онај ван ње не продужује, већ се размимоилазе, и то у толико јаче, што је плоча дебља и што косије посматрамо.

Кад кажемо да се цртеж виђен кроз стаклену плочу преместио, то не значи да се

изменио или извитоперио и покварио; он је задржао све своје пређашње облике, само је у неколико и то у целини измештен, јер зраци, излазећи из такве плоче, задржавају исти онај правац и начин кретања, какав су имали и док су на њу падали.

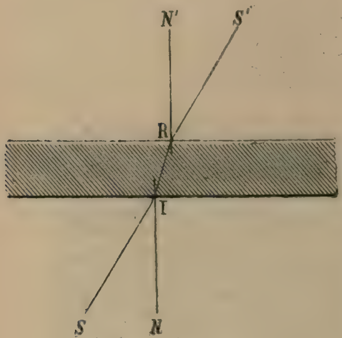


Сл. 94.

Према томе, кад неку слику урамљену гледамо кроз стаклену плочу, онда, ако је слика мало већа, само извесни њени зраци пролазе управно кроз стакло и не преламају се, а сви остали, који падају косо, показују нашим очима измештене оне делове, са којих долазе, и то у толико јаче, у колико косије падају и у колико је стакло дебље. Код малих слика, а и код великих, ако стакло није дебело, то се измештање не примећује.

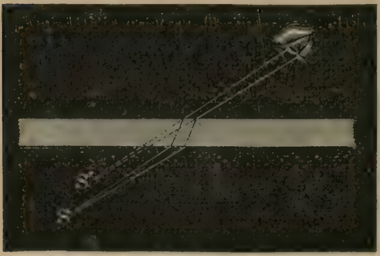
На сл. 95 види се, како се креће зрак, кад пролази кроз такву плочу. Падајући правцем SI прелама се кроз гушћу средину (стакло) ка управној и иде правцем IR; пошто ту из-

лази у ону исту средину, из које је мало час дошао, биће његов излазни угао N'RS' исти као и упадни NIS, тј. зрак ће отићи удаљен од управне правцем RS', дакле паралелно с правцем, којим је дошао, али у неколико помакнут, пошто правац S'R није продужење правца SI. На сл. 96, на којој се види, како полазе разлазно два зрака из тачке S испод плоче, продужују тај исти начин кретања и изнад ње; због тога међу тим око види тачку S премештену у S'.



Сл. 95.

Кад је било речи о одбијању светлости у равним стакленим огледалима, нарочито ако су она била од дебелог стакла, споменули смо, да се у тим огледалима види више слика, ако косо посматрамо неки предмет у њима (сл. 97). Сад можемо видети, како постају те слике, којима је узрок преламање зракова у стакленој плочи, од које је огледало направљено. Светао предмет је у S (сл. 98) и зрак пада

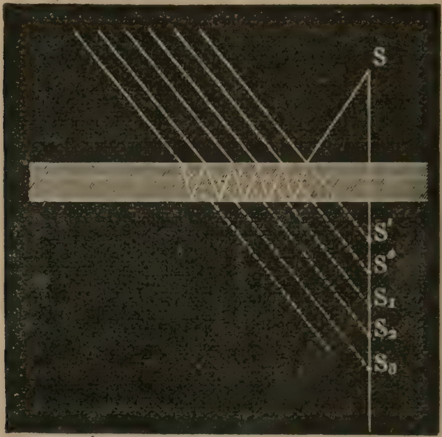

Сл. 96.

на спољашњу површину стакла (неамалгамисану), дајући прву слабу слику у S'. Остали део светлости улази у стакло, прелама се и одбија са друге површине стаклене (амалгамисане), враћа се кроз стакло и излази из њега, да падне у око и да у њему да другу слику S^0, која је у исти мах права слика тога огледала и која је и најсветлија.

Сл. 97.

Она светлост, која се одбија са друге површине те плоче и која се враћа при прелазу из стакла у ваздух, поново се једним (слабијим) делом одбије сада са ваздуха и враћа у стакло, те се мало даље по други пут одбије са амалгамисане површине огледала, и враћајући се у ваздух даје трећу, али слабу слику у S_1. Један део светлости продужи исто такво кретање кроз стакло, да још једну слику S_2, па S_3 итд., дакле читав низ све слабијих и слабијих слика, које се најзад у огледалу угасе. Те су слике у толико одвојеније једна од друге, у колико је дебље стакло код огледала и у колико се косије посматрају. Кад се

предмет гледа управно на огледало, онда се види само једна слика, и то она S^0.



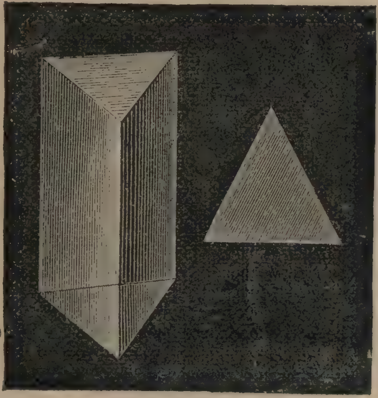
Сл. 98.

Ако хоћемо да избегнемо и при косим зрацима ове вишегубе слике, као што то бива код извесних научних справа, онда се употребе метална огледала, код којих се светлост одбија са прве, углађене површине и не улази у масу огледала.

Да видимо сада, како се прелама светлост, кад пролази кроз извесну прозрачну средину, која није ограничена паралелним, већ нагнутим површинама, другим речима, кад пролази кроз призму.

Сл. 99 показује у целини и у пресеку једну такву призму, како се употребљава у оптици.

Према томе, какав ће бити троугао, који представља пресек призме, и призме се називају равностране (кад су им све три стране једнаке), равнокраке (кад су им само две стране једнаке) и правоугле (ако тај троугао буде правоугао). Призме, ма какве оне биле, или се употребљавају тако као што су, или се утврде на ногаре, на којима се могу окретати у свима смислима и заузети положај какав нама буде био згодан (сл. 100). У обичним приликама виђамо призме као украс на полијелејима у црквама или на лустерима у појединим кућама.

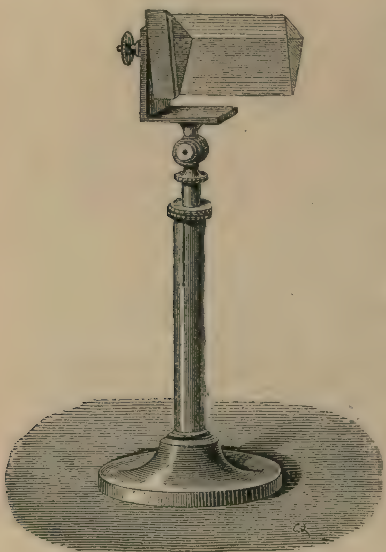


Сл. 99.

Код плоча са паралелним странама видели смо да има случајева да зрак може кроз њих проћи, а да се не преломи; то бива онда, кад падне управно на такву плочу. Међу тим код призме, ма како зрак пао, мора се преломити. Јер ако и падне управно на једну страну призмину, он долази косо на другу и на њој се прелама.

На сл. 101 представљено је у појединостима преламање код призме ABC. Ту се види, да зрак пада косо OD. Управна, подигнута на месту упадања код D, показује да ће зрак

кроз призму ићи правцем DK, приближавајући се њој. Управна подигнута на изласку зрака код K показује, да се зрак, преломивши се, удалио од ње и отишао правцем KH. И посматрач, у чије око пада тај преломљени зрак, види тачку O у O', скренуту за угао OEO'. Тај угао показује, за колико је зрак свега скренуо са свог правашњега правца (OD), и због тога се назива **угао скретања**; а угао призмин A, према коме се врши преламање код призме, назива се **угао преламања** призме.



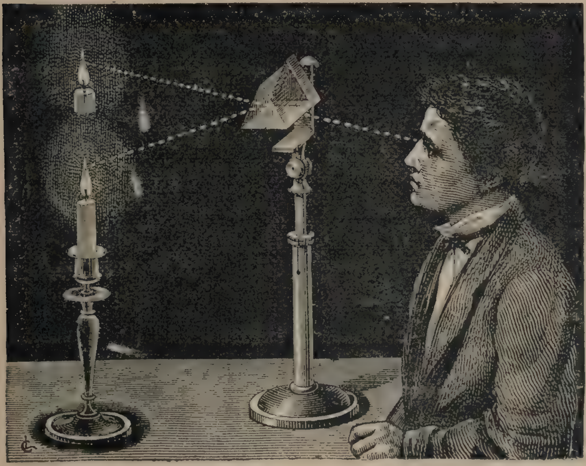
Сл. 100.

Светлосни зраци могу под врло разним угловима падати на призму, а тако исто под разним угловима пролазити кроз њу и излазити из ње. Међу свима тим разним правцима најважнији је онај, када зрак пролази кроз призму, тако да иде паралелно са основицом ње-

Сл. 101.

ном, дакле да буде као и на слици KD паралелно са BC. Онда зрак излази под истим углом, под којим је пао, и онда се најмање прелама. С тога се тај положај и назива код призме положај најмањега скретања (минимум скретања).

Падали зраци на призму ма како, они преломљени излазе увек из призме тако, да иду према њеној основици или према дебљем крају. То ће нагињање дебљем крају призме бити у толико веће, у колико је сама основица призме шира, тј. у колико је угао преламања призме (A) већи.

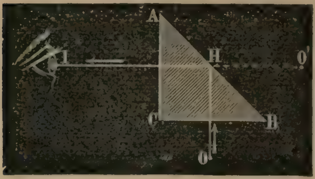


Сл. 102.

На сл. 102 види се, како ће се преместити слика једне свеће, посматрана у поло-

женој призми. Преломљени се зрак приближио основици призминој, а слика се попела према горњој ивици њеној.

Међу разноврсним призмама нарочито су важне правоугле призме, јер се оне могу због тоталне рефлексије, коју зраци претрпе на њима, употребити у место огледала. Таква је призма представљена на слици 103.



Сл. 103.

Зрак OH, падајући управно на призмину страну CB, пролази непреломљен све до H; ту се тотално одбије (јер под тим углом не може изићи у ваздух) и оде опет непреломљен правцем HI; око онда види слику предмета O у O'.

И ако би се исто скретање зрака могло постићи и обичним равним огледалом, ипак се више пута (нарочито код научних справа) употребе правоугле призме, јер се код тоталног одбијања не губи у јачини светлости као код огледала.

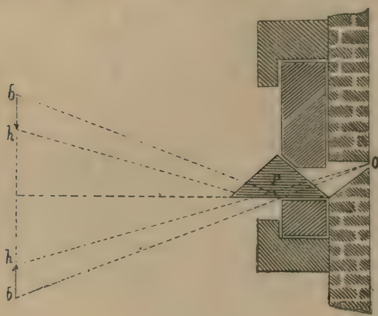
Преламање светлости кроз призме дало је повода једном занимљивом догађају, који се десио с руским царем Петром I Великим. Док се цар Петар бавио у Хамбургу, десио се у тој вароши и француски физичар Робертсон, који је показивао, како може човека претворити у козу, мачку, тигра, лава итд. И цар је дошао да види то чудо (сл. 104), али гледајући све те промене, и хотећи по што

по то дознати како то бива, изгуби стрпљење, па разбије преграду, која га је делила од простора, у коме се промене збивају. Он је истина дознао, како се то збива, али је и начин, којим је то постигао, остао забележен.

Сл. 104.

Да се такве промене изврше,ваља једну мало дужу собу преградити на два дела; у једноме ће бити гледаоци, а у другоме ће се човек претварати у разне друге животиње. Преградни зид на висини очију пресечен је једним положеним процепом, и кроз тај ће процеп гледаоци посматрати промене у другом одељку. С друге стране те преграде може се пред тај процеп наместити једна обична staклена плоча, која га потпуно затвара и кроз коју се предмети виде као кроз прозор; про-

стом направом може се та плоча испред процепа уклонити, па у место ње наместити једна положена правоугла призма пред процеп. У таком положају, као што показује сл. 105, призма има ту особину, да да̂ слике сасвим изврнуте; да патос једне собе покаже на таваници, а таваницу на патосу, и да столицу, која би својим ногама била утврђена на таваници, покаже у природном положају на патосу. Оператор има две у свему једнаке столице, код којих се седиште лако подиже и замењује другим седиштима, сасвим једнакима међу собом.



Сл. 105.

Док је обично стакло пред процепом, оператор седне на столицу и пита гледаоце у какву животињу хоће да се претвори, именујући неколико њих, којима он располаже. Кад му они одговоре, онда у онај мах, у који се на таваници спусти та животиња на столици, у тај се исти мах у место стакла подметне призма испред очију и животиња се покаже на месту самога оператора, због чега гледаоци држе, да се он у њу претворио.

Ако се хоће да човек остане, али да му се само глава претвара у разне облике, онда се кроз таваницу спусти лутка, обучена сасвим

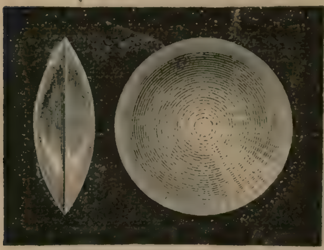
као и оператор, само се глава мења према ономе, шта се тражи и што је већ раније спремљено. Најзад, ако се жели да самога представљача нестане, ништа простије. У место стаклене плоче навуче се призма, која покаже празну столицу са таванице, и ако се представљач није помакао с места, и ако га опет виде на истом месту, чим место призме дође опет стакло.

Као што се види, цела се промена изазива призмом, која показује предмете на оном месту, где они нису. Па како се наизменичним намештањем час стакла час призме (пред процеп кроз који се гледа) показују час предмети у правом свом облику, час измењени, и како се та промена изврши врло брзо, гледаоци излазе зачуђени мађионичком моћи представљача.

До сад смо се бавили преламањем светлости кроз такве средине, које су биле ограничене равним површинама, било паралелним било нагнутим. Да бисмо упознали све важније случајеве преламања светлости, остаје нам још да видимо, како ће се светлост понашати, кад пролази кроз прозрачне средине, ограничене кривим површинама. Ово је потребно да урадимо у толико пре, што је од те врсте преламања светлости учињена највећа примена, како у науци тако и у обичном животу.

Најобичнија тела, ограничена кривим и то кугластим (сферним) површинама, употребљена за преламање светлости, јесу тзв. сочива, која се зато тако зову, што по своме облику

личе на поједина зрна обичнога сочива (сл. 106). И ако би се, строго узевши, само тако изрезано стакло могло назвати сочивом, данас се тим именима називају и стакла, која нису с обе стране пупчаста, већ могу с једне или и са обе стране бити и издубљена, као што могу по једну страну имати и равну. На сл. 107 виде се данас најобичније употребљене врсте сочива.



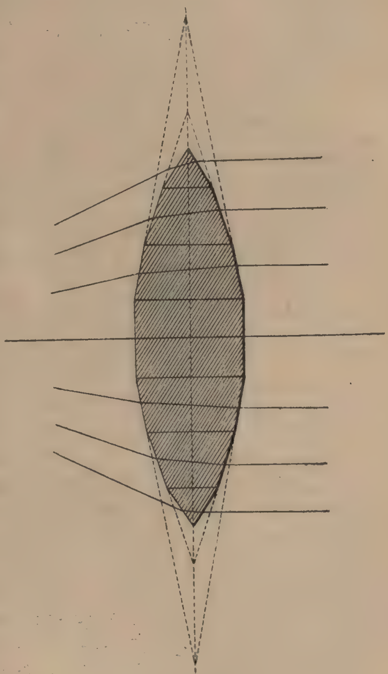
Сл. 106.

Сл. 107.

Сва та сочива, којих има шест, подељена су на две групе од по три сочива. Прва група, лева, даје нам три сочива, која су сва у средини дебља но на ободима; она се зову општим именом пупчаста или сабирна сочива. Прво међу њима је двогубо пупчасто, друго је равно пупчасто, а треће издубљено пупчасто. У другу групу долазе три сочива, сва тања у средини но на ободима; то су издубљена или расипна

сочива у опште. Прво међу њима је двогубо издубљено, друго равно издубљено, а треће испупчено издубљено.

Да бисмо у опште могли видети, како ће се преламати светлост кроз једну или другу врсту сочива, ми ћемо их упоредити са призмама, са којима она имају извесну сличност. Јер сочиво под бр. 1 (двогубо пупчасто) може се сматрати као да је постало из две призме, слепљене својим основицама; тако исто двогубо издубљено сочиво (бр. 4) може се сматрати да је постало из две танке призме, састављене врховима. У осталом сл. 108 показује, како се једно двогубо пупчасто сочиво може разложити, ако не само на две, а оно на више разних призама.



Сл. 108

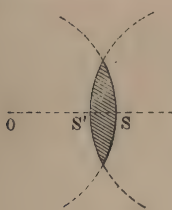
Кад дакле можемо сочива упоредити са призмама, онда знамо како ће се светлост у њима преламати: као и код призама преломљени ће зраци ићи према дебљем делу сочива.

То значи, да ће се светлосни зраци код пупчастих сочива после преламања приближавати њиховој средини, скупљаће се, због чега се та сочива и зову **сабирна**. На против код издубљених сочива зраци ће се по преламању приближавати њиховим ободима (јер су они дебљи од средине), те ће се дакле разилазити све више, због чега се та сочива и називају **расипна**.

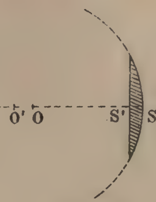
Поред те сличности сочива са призмама она се још у многоме подударају и са сферним огледалима. Једно сабирно сочиво дејствује као шупље огледало, јер скупља зраке; такво сочиво даје као и то огледало час стварне час уображене, час веће час смањене ликове према положају предмета према њему. На против расипна сочива подударају се у своме дејству са пупчастим огледалом, јер растурају или расипљу зраке, и дају уображене слике.

Код свакога сочива, било оно сабирно или расипно, морамо водити рачуна о његовим кривинама, тј. о средиштима кривина, дакле о полупречницима оних кугала, из којих су једна или обе криве површине постале. То се види на сл. 109—114. Двогубо пупчасто сочиво на пример има једно средиште кривине (o) с једне, а друго (o') с друге стране; исти је случај и са двогубо издубљеним сочивом. Код испупчено издубљених и издубљено пупчастих сочива оба су средишта кривине с једне исте стране, али не на истом месту, јер је један полупречник већи а други мањи. Код ова два сочива морају полупречници кривине

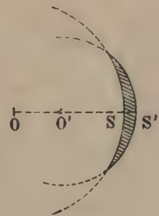
бити различити; код двогубо пупчастих као и двогубо издубљених оба полупречника сваког



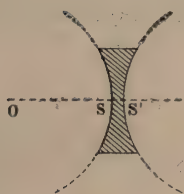
Сл. 109.



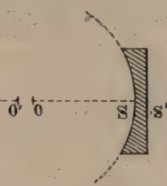
Сл. 110.



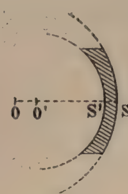
Сл. 111.



Сл. 112.



Сл. 113.



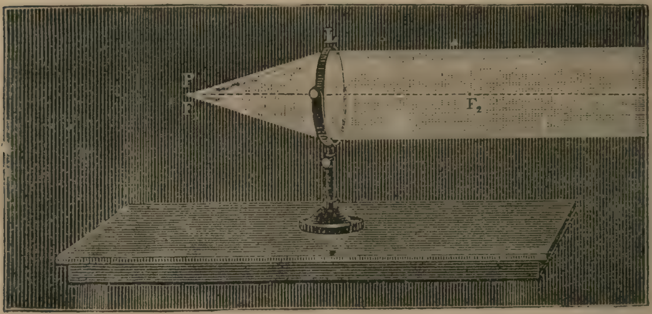
Сл. 114.

таквог сочива могу бити једнака (то су симетрична сочива) или различита (несиметрична). Свако пак сочиво мора имати своју оптичку осу (oo'), која пролази кроз средиште кривина и кроз средину самога сочива.

Да видимо сада, како се светлост у тим сочивима прелама и како постају слике. Узећемо двогубо пупчасто сочиво као представника сабирних сочива.

Кад сунчеви паралелни зраци падну на такво сочиво L (сл. 115), они се, прошавши кроз сочиво, скупе сви у једну тачку F_1, која се као и код огледала назива **жижа** тог сочива и која није ништа друго до смањена, стварна

слика сунчева. Али како на то сочиво могу сунчеви зраци доћи и с леве стране, то значи

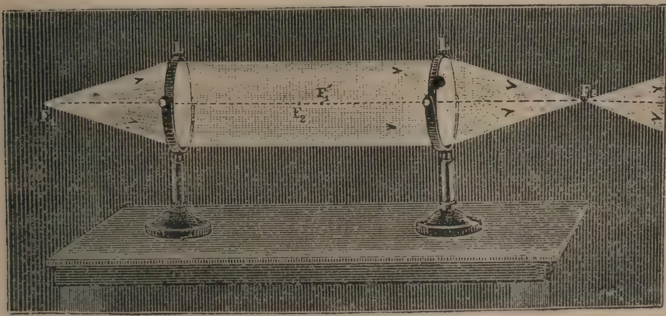


Сл. 115.

да можемо имати још једну такву исту жижу F_2 с десне стране. Због тога се и каже да свако такво сочиво има две жиже, F_1 и F_2, које се ни у чему међу собом не разликују. Положај жижа, како с једне, тако и са друге стране, јесте на половини даљине од средишта кривине до средишта сочива.

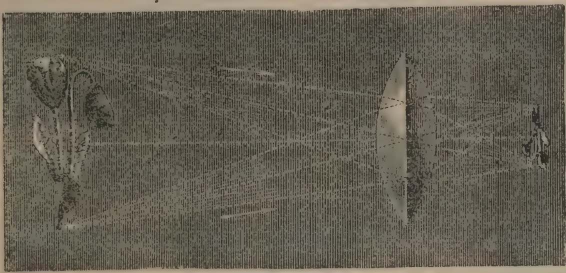
Као год што се паралелни зраци, прошавши кроз сабирано сочиво, тако преламају, да се сви скупе у његовој жижи, тако исто ако ми у једну (ма коју) жижу једнога сочива метнемо светао предмет, зраци ће, који купасто падну на сочиво, изићи из њега паралелно (сл. 116). Ови паралелни зраци, кад падну на друго такво исто сочиво L', скупиће се поново у жижу F'_2 тога другога сочива, продужавајући даље, ако им ништа не смета, своје разлазно кретање.

Рецимо да светли предмет, који се налази пред сабирним сочивом, није у бескрај-



Сл. 116.

ности, дакле да на сочиво не падају паралелни зраци. Нека је то један цвет (сл. 117). Зраци,



Сл. 117.

полазећи са разних тачака тога цвета, преломиће се тако, да иза сочива даду изврнуту и смањену слику његову; слика ће међу тим бити стварна, јер је можемо ухватити на заклону.

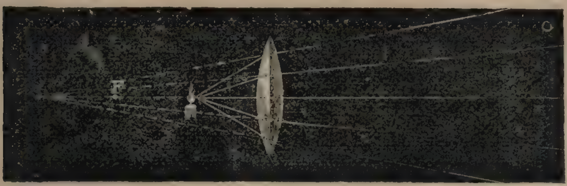
Ако сада светли предмет, тј. цвет примичемо сочиву, његова ће се слика одмицати од њега и рашће; кад предмет дође с једне стране у средиште кривине, слика ће с друге стране пасти опет у средиште кривине, и осим тога слика ће по величини бити једнака предмету, остајући наравно изврнута. Кад се светао предмет упути ближе сочиву, па дакле и жижи, слика његова се с друге стране удаљује од њега, и бива све већа. На сл. 118 светли предмет (свећа) је ближе сочиву од заклона, на коме се слика хвата; због тога је и слика већа од предмета.

Сл. 118.

У колико се са предметом више приближавамо жижи, у толико ће његова слика иза сочива одлазити даље и бивати већа. Кад

предмет дође у саму жижу, зраци излазе из сочива паралелно, и место слике је у бескрајности, тј. ње више нема.

Важна је ствар да дознамо, шта ће бити са светлошћу, кад се предмет приближи још више сочиву, тј. кад дође ма где између жиже и сочива. Слика 119 представља то стање. На њој се види, да се зраци, кад излазе из сочива, разилазе, дакле да иза сочива нема слике.

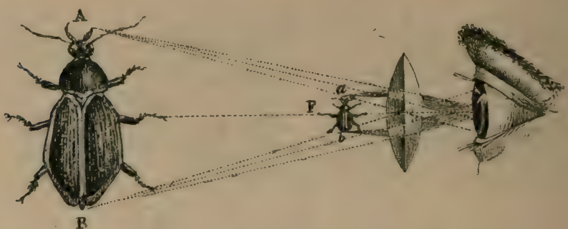


Сл. 119.

Међу тим око које би се с те стране сочива нашло, кад се продуже зраци правцем, којим су дошли, види слику иза жиже F, и та је слика сада уображена, јер је само око види (као и у огледалу), али она не постоји, није стварна. Та слика, коју даје сочиво од предмета између жиже и сочива, поред тога што је уображена, увећана је и права (сл. 120).

Према свему овоме можемо у кратко поновити ствар на овај начин. Кад је предмет у бескрајности, сабирно сочиво даје стварну слику у жижи, и она је стварна, изврнута и веома смањена; док се предмет креће из бескрајности ка средишту, слика се креће од жиже такође ка средишту, остаје стварна и

изврнута, али расте. Предмет у једном средишту даје у другом средишту слику исте величине. Док предмет пређе простор између средишта и жиже, дотле слика иде од средишта до бескрајности, остаје стварна и изврнута, али непрестано расте; предмет у жижи даје слику у бескрајности, тј. зраци иду паралелно. Најзад кад предмет дође између жиже и сочива, слика је уображена, увећана и права.



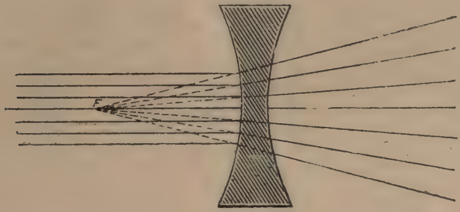
Сл. 120

Кад запамтимо место, на коме је предмет, а тако исто и место, на коме постаје његова слика, па на место слике метнемо предмет, његова ће слика сад пасти тамо, где је био мало час предмет. С тога се тачка, на којој је предмет, и тачка, на којој од тога предмета постаје слика, називају, као и код огледала, спрегнуте тачке.

Узгред ваља напоменути, да све оно, што бива са светлим дакле видљивим зрацима, бива и са топлим зрацима, који обично прате светле зраке. Она жижа, коју даје сабирно сочиво од сунчевих зракова, скупивши их на једно место, не само да је врло светла, него

је и врло топла, и може лако запаљиве предмете и запалити. С тога су се сочива у прва времена код нас називала зажигателна стакла.

Издубљена се сочива понашају као испупчена огледала. Као год што су та огледала давала уображену жижу и уображене ликове, такву исту жижу и ликове дају и издубљена, расипна сочива. На сл. 121 с леве стране долази сноп паралелних зракова, који се после преламања кроз расипно сочиво разиђе тако, да се зраци нигде не скупе заједно



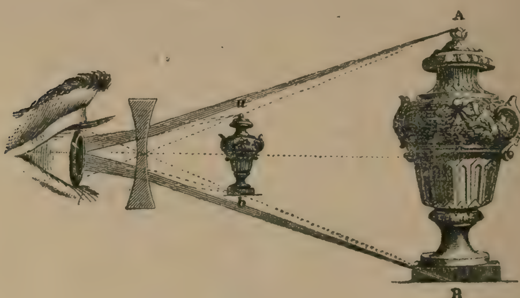
Сл. 121.

нити дају стварну слику. Око, које би се у правцу тих зракова нашло, видело би уображену жижу у њихову продужењу у F.

Исти је случај и са осталим сликама код тих сочива. Њихове су слике уображене и праве, али су смањене. Како ће од предмета AB постати у расипном сочиву његова смањена и права слика код ab, види се на цртежу (сл. 122).

Узгред нам ваља скренути пажњу још на једну ствар код сочива. Слике ће код сабир-

них сочива бити тачне само онда, кад сочива нису сувише велика, нити су сувише дебела; јер кад то буде, онда се они зраци, што пролазе ободом сочива, не састају савршено тачно са онима, који пролазе средином, те зато слика таквих сочива није добра. Јер ако нпр. добијемо у жижи некога мало пупчастијега сочива сунчеву слику, опазићемо, кад боље загледамо, да се око праве сунчеве слике види као један



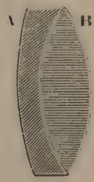
Сл. 122.

оквир свуда унаоколо; тај оквир постаје услед тог неједнаког преламања средишних и ободних сунчевих зракова кроз сочиво. Та се појава код сочива назива **сферно скретање** или **сферна аберација**.

Та се махна код сочива може уклонити у неколико тиме, што ће се пропустити зраци само кроз средину сочива, а заклонити му обод; то бива кад се пред сочиво метне плочица у средини пробушена, тзв. **диафрагма**, те се зраци, пролазећи кроз отвор диафрагме, преламају само кроз средину сочива.

Тиме се истина уклања у неколико аберација, али се изгуби у сјајности слике, јер светлост не пролази кроз цело сочиво, већ само кроз средину његову.

Ако хоћемо да сочиво задржи цео свој отвор, па да ипак не буде сферне аберације, морамо саставити два сочива једно до другог: једно испупчено, а друго издубљено (слика 123), и направити на тај начин тзв. сложено сочиво. Такво сочиво, које нема поменути недостатак сферне аберације, назива се апланатичко сочиво.



Сл. 123.

За све научне справе, у којима има сочива, употребљавају се само таква, слагањем поправљена, тј. апланатичка сочива.

Као што смо и раније напоменули, примена сочива је врло велика. Због тога се увек код њих питамо, од када су се она почела употребљавати, другим речима кад су она пронађена и ко их је пронашао.

И ако је примена сочива постала тако велика тек у последњим вековима, ипак изгледа да су за сочива знали и стари народи. Један енглески физичар показао је британској академији наука 1 септембра 1852 године једно равно испупчено сочиво од четири сантиметра у пречнику, које је нађено у Корсабаду, близу развалина старе Ниниве. Године 1859 нађено је једно сочиво у једном римском гробу.

Ернест Ренан, у једном свом делу („Антихристу“), позивајући се на Плинија, вели за Нерона: „Пошто је био кратковид, имао је

Сл. 124.

обичај да носи у оку, кад је гледао борбу гладиатора, један издубљен смарагд, који му је служио као дурбин« (сл. 124). То значи, да су стари народи знали за извесне особине сочива.

Да се за важно преламање светлости кроз сочива могло знати и раније, можемо поред нарочитих сведоџаба закључити и од туда, што

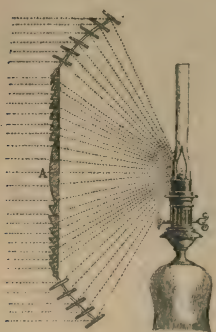
Сл. 125.

за увеличавање појединих слика није потребно право сочиво. Обична лоптаста флаша воде (сл. 125) даће нам увећану слику свеће, кад је згодно према флаши наместимо и мало даље на зиду ухватимо. Али и ако су сочива као и нека њихова дејства била позната још у

ранија времена, ипак је у то доба њихова примена била врло слаба. Најважнија употреба сочива била је за наочаре.

Данас је примена сочива разноврсна, како за апарате примењене у науци и обичном животу, тако и за произвођење извесних оптичких дејстава, која у публици изазивају чуђење, а више пута и празноверице. Ми ћемо главније од тих примена прегледати.

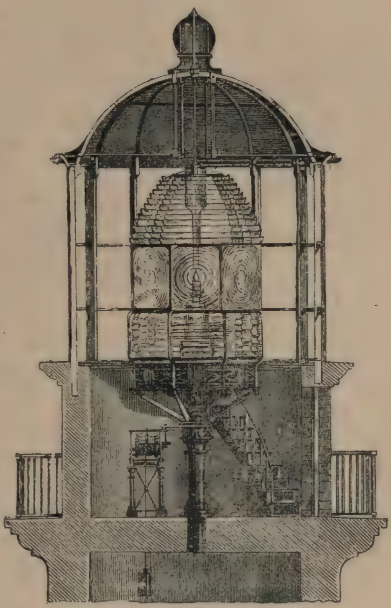
Најпростија примена сочива (сабирних) је код оних справа, где се не тражи да та сочива дају слике, него само да упуте светлост једним извесним правцем у што већој јачини и на што већу даљину. Та је особина сочива примењена код кула светлиља, код којих се шиљање светлости на што већу даљину, као што смо видели, може постићи и шупљим огледалима. А да би се што савршеније дејство постигло, употребљавају се за паралелно шиљање светлости на велике даљине и сочива и призме и огледала. Такав један распоред тих оптичких делова види се у пресеку на сл. 126. У средини је сочиво А, изнад њега као и испод њега до неке извесне границе поређане су нарочите призме (или степенасто изрезана сочива), које тоталном рефлексијом шаљу паралелне зраке; на послетку долази



Сл. 126.

неколико огледала, како горе тако и доле, која одбијањем шаљу светлост истим путем. На тај начин светлост лампина, која под разним условима пада на такав један систем, излази из њега паралелним зрацима.

Ваља само да допунимо, да је тај светлосни извор, пређе лампе зејтињаче, сада електричне лампе, са свих страна окружен таквим оптичким деловима, какви су овде само с једне стране и у пресеку представљени, јер светлост са такве једне куле мора отићи на разне стране, те да се са свих страна види. На сл. 127 види се целокупни изглед таквог једног, да га назовемо фењера, на врху куле светлиље.



Сл. 127.

Да би они, који на далеком мору виде такву светлост, били сигурни да она долази са куле, светлост се с времена на време прекида (негде свакога минута, негде свако пола минута, или још и чешће) или јој се подметањем разно обојених

стакала мења боја. И једно и друго постиже се на тај начин, што се цео стаклени омотач (од сочива, призама и огледала) нарочитим механизмом окреће, као што се то види на слици доле с леве стране главнога стуба.

Друга важна примена сабирних сочива је код справа за увеличавање ситних предмета, која се оппттим именом називају микроскопи, тј. справе за гледање ситних предмета.

Наше очи могу непосредно на обичној тзв. видној даљини (25 до 30 сантиметара од ока) да распознаду предмете само до извесне мајушности; ако су ти предмети сасвим мали и ситни, око их наше не види. Донекле се можемо помоћи тиме, што ћемо такве ситне ствари мало више приближити очима, али ни то не може помоћи много; поред тога што се на тај начин очи напрежу и кваре, предмети сувише приближени очима не виде се јасно. С тога се за посматрање ситних и веома ситних, па и обичним гледањем невидљивих предмета или појединости на њима служимо микроскопима.

Микроскопи се деле на две групе: на просте и сложене. Овако се они деле у науци; у обичном се животу прости микроскопи зову лупе и служе за гледање не сасвим ситних предмета, јер обично не увеличавају много. Сложени се микроскопи пак називају просто микроскопима, и њима се посматрају веома ситни и обичним гледањем невидљиви предмети. Да се најпре задржимо код лупе.

Лупом се назива свако, било двогубо испупчено или равно испупчено сочиво, које је само уоквирено, да се може држати и њиме ма какав ситан предмет посматрати. Више се пута лупе праве од два састављена или мало раздвојена сочива, било да су оба сабирна или једно сабирно а друго расипно (нарочито ако су састављена и слепљена), ипак се она сматрају као једно сочиво, само им је дејство онда боље или јаче. Више пута споје се по

Сл. 128.

две лупе (билупе) или три лупе (трилупе), па се може предмет гледати час кроз једну, час кроз две, а кад треба и кроз све три лупе (или сочива). Свака таква комбинација даје разно увеличање. На слици 128 представљени су разни облици лупа, како се за разне при-

лике употребљавају. Лупом 1 и 2 (лупа 2 је само пресек лупе 1) служе се сајџије и каменоресци; лупе 3, 4, 5, 6, 8 и 10 састављене су из више сочива, то су сложене лупе (ахроматичке лупе). Било једно или два сочива у лупи, оно може свако за се бити просто или сложено. Нпр. лупа 3 састављена је из два проста, а лупа 10 из два сложена сочива. Лупа 7 направљена је од цилиндричног сочива и њоме се обично чита ситна штампа или рукопис; лупом 9 гледа се разно зрневље, које је у њој затворено; лупом 10 броје се конци на извесним ткањима; лупе 11, 12, 14 и 15 су природњачке лупе, билупе и трилупе.

Све те разне лупе разно увеличавају, према потреби; обично пак увеличавање, које дају лупе, није веће од 40 до 50 пута.

Лупа не мора бити сва од стакла, нити се за то мора употребити право сочиво. Готово свака округласта чаша или флаша, напуњена водом, дејствује као лупа. Кад се кроз такву чашу или флашу гледа застор, на коме се оне (на столу) налазе, увек се конци његови на извесним местима виде увеличани. Најпростију ћемо лупу направити, кад округлу флашицу напунимо водом, запушимо и изврнемо, па кроз њу гледамо ситне предмете (сл. 129).

Остаје нам још да видимо, како се збива увеличавање, које даје једно сабирно сочиво (просто или сложено) или лупа.

Ми смо то већ показали онда, кад смо говорили о постајању слике код сабирних сочива, кад предмет дође између жиже и со-

чива (види сл. 120). Зраци, који полазе са ситног предмета ab, намештеног између жиже

Сл. 129.

F и сочива, изићи ће из сочива растурени; то значи да иза сочива нема стварне слике. Око пак, које би те зраке примило, видеће у њихову продужењу од тога предмета уображену слику AB, праву и увећану. То је слика, која се види лупом. Главна је пак ствар, да би се једно сабирно сочиво могло употребити као

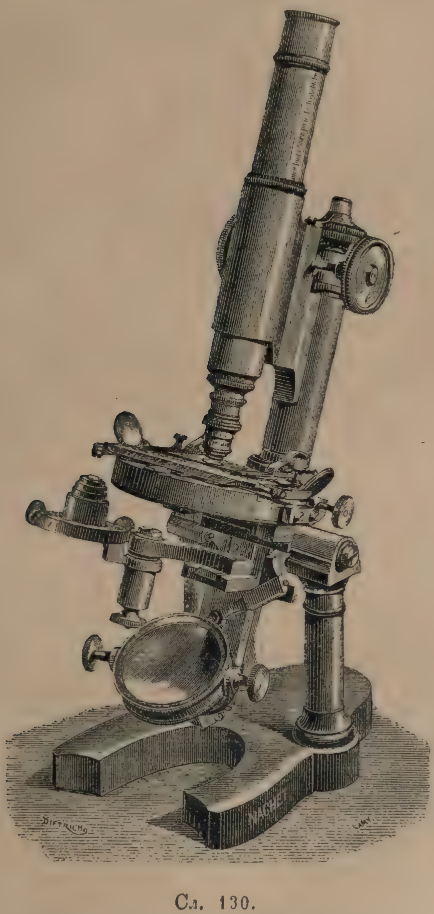
лупа, да се предмет метне близу сочива, или, тачно говорећи, између жиже тога сочива и њега самога.

Да бисмо знали, где је жижа таквог сабирног сочива, ваља само да пустимо на њега сунчеве зраке; она даљина, на којој се сви ти зраци скупе у једно, јесте жижна даљина тога сочива. И предмет, који тим сочивом као лупом хоћемо да посматрамо, тј. да га видимо увећаног, ваља да се метне између те жиже и сочива.

Лупа ће у толико јаче увеличавати, у колико јој је жижна даљина краћа, или, другим речима, у колико је сочиво пупчастије. По себи се разуме, да се онда и предмет намешта у толико ближе лупи, у колико јој је жижна даљина краћа. На које ће баш место између жиже и лупе доћи предмет, удешава се оком тако, да се посматрани предмет најбоље види.

Док је прост микроскоп или лупа била састављена само од једног сочива (било оно просто или сложено), дотле код сложеног микроскопа имамо два сасвим раздвојена сочива; оба се та сочива у своме дејству сасвим разликују међу собом. Свако од та два сочива готово је увек сложено из два или више сочива, али се свака таква сложена група сочива сматра као једно сочиво. Обично су та два сочива сложенога микроскопа утврђена у једној цеви, једно на једном, друго на другом крају њену; цев је затим утврђена за једне ногаре, које је носе, а сем тога удешени су

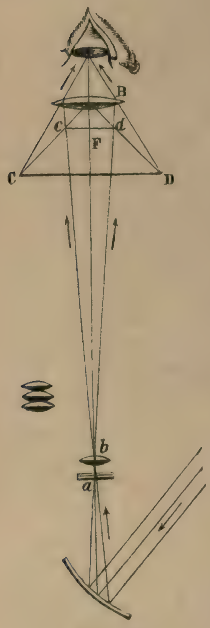
још и други оптички делови, као нпр. шупље или равно огледало за боље осветљавање онога, што се гледа, микрометар или справа за тачно



Сл. 130.

мерење тих ситних предмета итд. Један такав потпун микроскоп представљен је на слици 130.

Да видимо сада, какав је оптички састав сложенога микроскопа, који показује сл. 131.



Сл. 131.

Као што се на тој слици види, она два сочива, која сачињавају сложен микроскоп, јесу сочиво b и B. Предмет, који се гледа, налази се на стакленој плочици a, и осветљен је скупљеним зрацима, који се оздо одбијају са шупљег огледала и који падају на њега с десна и озго.

Једно сочиво, и то оно доње b, налази се изнад самога предмета a, и зато се зове предметно сочиво или објектив; оно друго сочиво B је испред самога ока и зове се очно сочиво или окулар. По себи се разуме, као што смо и раније споменули, да и објектив и окулар могу бити састављени из два или више сложених сочива. На слици се виде три сочива, која се могу метнути као објектив место онога једнога; и онда микроскоп јаче увеличава.

Предмет a не сме се сада, као код лупе, метнути између жиже и сочива; он се овде меће тако да дође између жиже и средишта објектива, дакле да преламањем његове светлости објектив да стварну и увећану сли-

ку нпр. cd. Та је слика, као што знамо, још и изврнута, али то ништа не смета микроскопском посматрању. На другом је крају цеви окулар B; он се сад мора тако наместити, да она стварна слика, коју је дао објектив, падне између окулара и његове жиже (F). Другим речима окулар овде игра исту улогу, коју и свака лупа. Он ће дати од стварне слике cd уображену и увећану слику CD, и то је она слика, која се микроскопом посматра.

Као што се види, оваком комбинацијом сочива код сложеног микроскопа предмет се у два маха увеличава: први пут објектив даје његову увеличану слику, а други пут опет окулар као лупа увеличава ту већ увеличану слику.

Слика 132 показује, како се кроз микроскоп гледа. (Овај је микроскоп мало простији од онога на сл. 131, али начин посматрања остаје исти.) Предмет, који се посматра, може бити осветљен оздо огледалом (као на сл. 131, ако је прозрачан и пропушта светлост) или озго, сочивом, као на овој слици (ако је непрозрачан).

Један исти микроскоп може разно увеличавати предмет; то зависи и од објектива и од окулара. Ако узмемо један известан окулар, па као објектив узмемо само једно сочиво (као на сл. 131), добићемо извесно увеличање; ако место објектива са једним сочивом метнемо други са два или са три, добићемо истим окуларом веће увеличање. Исто тако

ако задржимо објектив, па узмемо јаче окуларе, добићемо и јаче увеличање.

Сваки микроскоп има два или три разна објектива, а толико исто и окулара, те се могу правити разне комбинације у увеличавању.

Сл. 132.

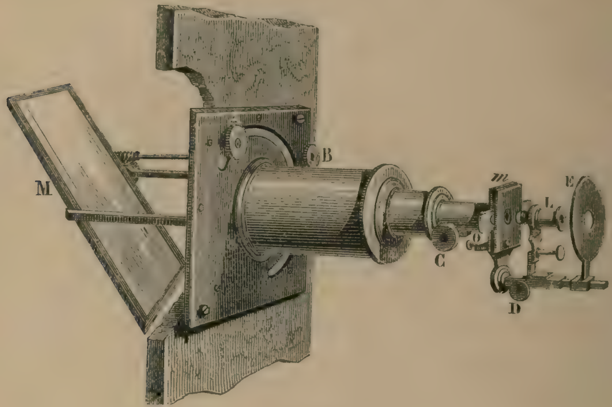
Целокупно увеличање једне такве комбинације дознаћемо, кад будемо знали, колико је

увеличање објектива, а колико окулара за се, па та два увеличања помножимо. Окулар увећава нпр. двадесет пута, а окулар пет пута; целокупно увеличање је онда сто пута.

Овде се разуме увеличање линиско или у пречнику, а не површинско. Кад се каже да је једно тело у микроскопу педесет пута веће (или да микроскоп увеличава 50 пута), онда значи да то тело изгледа у микроскопу 50 пута дуже и 50 пута шире. Према томе површинско увеличање није 50, него $50 \times 50 = 2500$. Тако би исто микроскоп, који линиски увеличава 100 или 500 пута, имао површинско увеличање 10000 или 250000 пута. Добрим се микроскопима може постићи у средњу руку увеличање од 2000 пута у пречнику или од 4.000.000 пута по површини. Међу тим и ако се једним микроскопом може постићи толико увеличање, ипак се оно употребљава само у ретким приликама. Најобичнија се увеличавања крећу између 500 и 1000 пута у пречнику. Јер што је увеличање веће, у толико је и посматрање теже; слика је врло слабо осветљена, страни се утицаји врло јако осећају, те се зато тако јаким увеличањем могу служити само врло извежбани микроскописти.

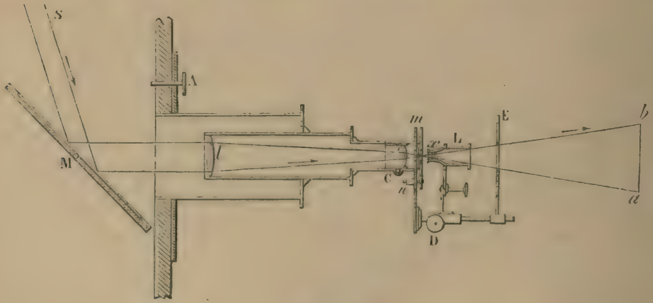
Микроскопи, о којима смо до сада говорили, обично су тако направљени, да само један посматрач њима посматра. Ако бисмо хтели, да увећану слику једнога микроскопа види читав један скуп људи, онда се служимо тзв. сунчаним микроскопом.

Сунчани микроскоп у општем свом изгледу представљен је на сл. 133. Он је утврђен за



Сл. 133.

какав сунцу окренути прозор, тако да му равно огледало M остане на пољу, а све остало унутра у замраченој соби. Сунчеви зраци S



Сл. 134.

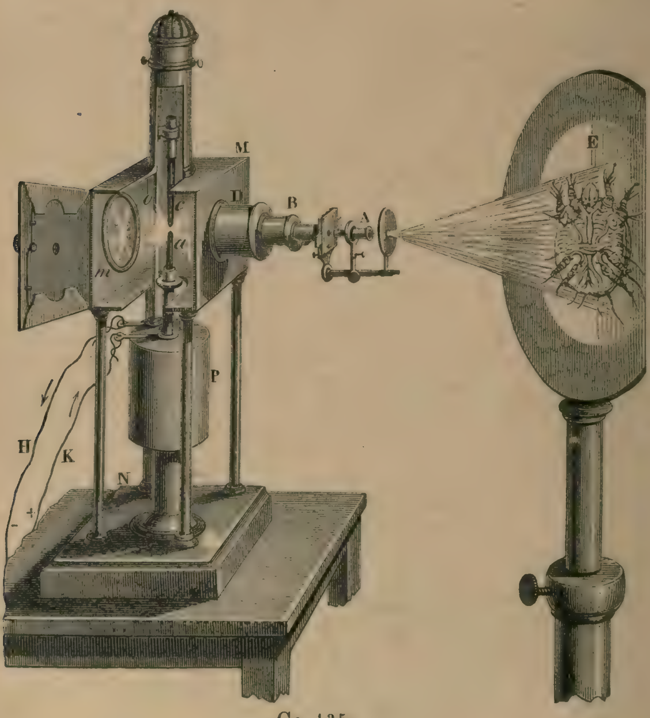
(сл. 134), падајући на равно огледало, одбијају се и пролазе најпре кроз сочиво l, па

онда кроз сочиво о, те се скупе у жижу тога сочива у m, где се налази онај предмет, који хоћемо да увеличамо; тим скупљеним зрацима тај се предмет јако осветли. Светлост, прошавши кроз предмет, пада на систему од два или три сабирна сочива, која дају врло јако увеличану и изврнуту слику предмета на два, три или више метара удаљеном белом заклону или платну. Ту слику виде сви они, који се нађу у тој (иначе замраченој) соби.

Пошто се у свима приликама не може рачунати на сунце, а нарочито не у вече, то су направљене справе, код којих се место сунчеве светлости употреби или јака Друмондова или још јача електрична светлост. Саставни део микроскопа остаје у главноме исти, само је промењен онај део, који има сада ову светлост да пошље у микроскоп. Микроскоп са електричном светлошћу зове се фотоелектрични микроскоп (сл. 135).

Увеличавање појединих предмета сунчаним или фотоелектричним микроскопом врло је занимљиво, јер се читавом једном скупу људи могу показати веома јако увеличани врло ситни предмети. Једно влакно из косе, увеличано тим микроскопом, изгледа скоро као рука дебело; бува изгледа као овца велика. Ситне животињице, које живе на старом сиру и које се иначе не виде, покажу се на заклону веће од песнице. Најзанимљивије је међу тим показати крвоток. То се ради, кад се између две стаклене плочице пригњешти реп пуноглавца, који има врло прозрачну

кожу. На платну се појави читава осветљена географска карта, на којој теку све реке и речице; то су крвни канали пуноглавца, у којима се крв врло брзо креће. Исто је тако занимљиво показати кристалисање соли, нарочито пак нишадора; нишадор се раствори



Сл. 135.

у води и једна се кап тога раствора метне између две плочице и унесе у микроскоп. Услед јаке топлоте, било сунчевих или електричних

зракова, вода почне испаравати, а ситни кристалићи те соли стану се ређати један поред другога, дајући лепе гране.

За време опсаде Париза, фотоелектричним су микроскопом читане и преписиване депеше, које су доносили поштански голубови.

У колико су експерименти са сунчаним или фотоелектричним микроскопом занимљиви за веће скупове, у толико су посматрања обичним микроскопом важнија са научнога гледишта. Јер се помоћу њега ушло у траг многим животињицама, за које се дотле није знало да постоје, а за које се зна̂ да су извор многим, нарочито заразним болестима.

Сл. 136 представља једну кап устајале воде са свима оним животињицама и биљкама, које се у њој налазе, а од којих се ни једна голим оком не види. Све што око од тога види јесте слаба замућеност те воде.

На сл. 137 виде се неколико разних врста бактерија. Тако нпр. под 1 представљен је микроб туберкулозе, под 2 микроб дифтерије, под 3 микроб богиња, под 4 микроб прострела, под 5 микроб инфлуенце, под 6 микроб колере.

Микроскопом смо успели да распознамо бескрајно ситне предмете; он износи пред наше очи хиљаде разних појединости, за које иначе никад не бисмо знали, и ако су ту око нас, у непосредној близини нашој.

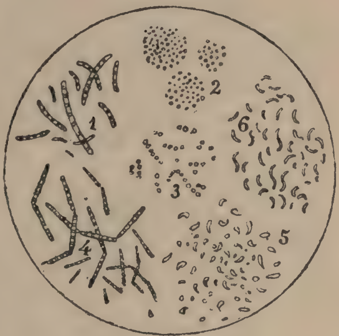
Што смо микроскопом постигли за предмете нама блиске, али веома ситне, то се постиже дурбинима и телескопима за предмете

истина огромне по величини али и бескрајно далеке. Резултат је за наше голе очи један

Сл. 136.

исти, јер се ни ови предмети, и ако су велики, исто тако не виде, као ни они први, и ако су блиски. И као год што нам је микроскоп открио читаве нове животе, тако нам је дурбин показао многе дотле непознате светове.

Док микроскоп значи справу за гледање ситних предмета, дотле телескоп значи справу за гледање далеких предмета. Према томе по етимологији речи телескоп значи сваку ону справу, која нам ма на који начин помаже, да видимо удаљене предмете. Међу тим се у практици прави разлика између дурбина и телескопа, и ако и једни и други представљају справе са истим задатком; та разлика долази од њихова унутрашњега састава. Дурбином се називају оне справе за далеко гледање, код којих главне слике дају сочива, дакле код којих слике постају преламањем светлости; оне се зову још и рефрактори. Телескопи су пак справе, у којима главну слику дају шупља огледала, где дакле слике постају одбијањем светлости, због чега се и зову рефлектори.



Сл. 137.

Врло се дуго водила препирка о томе, ко је пронашао дурбин. Дуго се причало да су га пронашла деца једнога фабриканта

наочара (сл. 138) у Миделбургу (у Холандији). Играјући се сочивима, која су на очеву столу нашла, случајно наместе два сочива једно иза

Сл. 138.

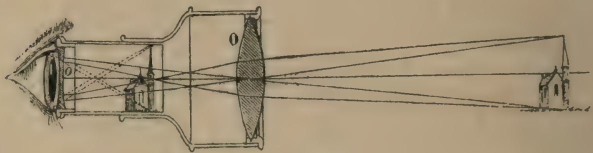
другога и погледају петла на врху торња оближње цркве; петао им се покаже већи и ближи. Одмах то јаве оцу, који се онда и сам о томе уверио, и, утврдивши таква два сочива у једну цев, пронашао први дурбин.

Доцнија истраживања утврђују, да је дурбин пронашао 1590 године Захарије Жансен, опет фабрикант наочара у истој вароши. Прве дурбине своје продао је по скупе паре кнезу Морицу саксонском и архидуки Алберту, који му наредише да даље таквих справа не прави, како би их само они имали за време рата.

Међу тим врло је могућно, да је дурбин два пут пронађен; први пут од Жансена, али се за њ није много знало, пошто се тај проналазак чувао у тајности, и по други пут око 1606 године, било од деце или њихова оца Липерсхаја. Крајем године 1608 Галилео је сам направио такав један дурбин и њиме је открио одмах Јупитерове пратиоце, пронашао пеге на сунцу, брегове на месецу итд. Та врста дурбина и данас је позната под именом Галилеова или холандског дурбина. То су наши обични позоришни догледи, само је у оно доба прављена једна цев за посматрање једним оком. Ево како је направљен обичан доглед или Галилеов дурбин.

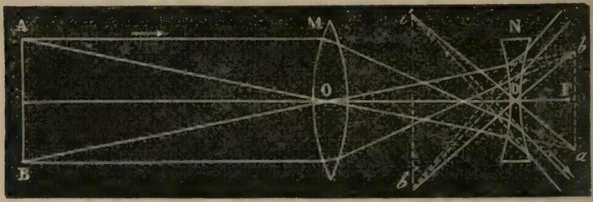
У њему има свега два сочива: једно двогубо пупчасто О (сл. 139), на које падају зраци, који долазе од предмета; то је предметно сочиво или **објектив**. Друго је сочиво *о* издубљено и до њега је око; то је **окулар**. Та два сочива ваља овако наместити.

Сочиво МО (сл. 140) је објектив и на њега падају зраци са далеког предмета АВ. Ти зраци проћи ће кроз сочиво тако, да би дали у аb смањену и изврнуту стварну слику тога предмета. Али пре него што се ти зраци пресеку да даду стварну слику аb, намести се двогубо издубљено сочиво, окулар No, које



Сл. 139.

те зраке растури иза сочива и поквари стварну слику. Око, које сад дође иза њега, продужи растурене зраке истим правцем и види од предмета АВ уображену слику а'b' увећану и праву.

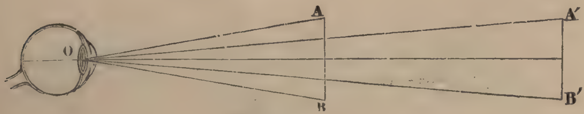


Сл. 140.

Тако ће се у сл. 139 удаљена црква у дурбину видети од прилике исте величине али много ближа, услед чега ће изгледати већа.

И заиста дурбини не увеличавају слике онако као микроскопи. Они увеличавају слике у толико, што их доводе ближе, те их ми видимо под већим углом, и зато би правилније било да се каже, да дурбини приближују далеке предмете, због чега се они виде већи.

Од два предмета једнаке величине и једнако осветљена онај нам изгледа већи, који је ближи, јер се он види под већим углом. Имамо нпр. таква два предмета АВ и А'В' (сл. 141) једнаке величине, али први ближи оку од другога; тај се први предмет види



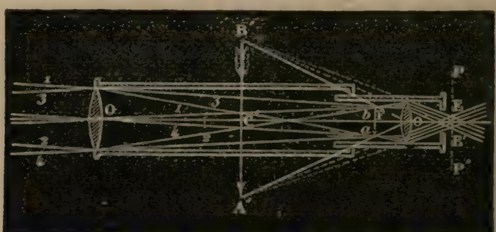
Сл. 141.

под углом АОВ, а онај други под углом А'ОВ'. Први је угао већи од другога, и зато нам и тај предмет изгледа већи од другога. Па како се горе слика оне цркве, доведена сочивима ближе оку, види под већим углом него сама црква, то ће она у дурбину изгледати већа.

Догледи и дурбини, који се употребљавају за гледање далеких предмета на земљиној површини, зову се општим именом земаљски дурбини, и они дају слике праве, тј. онаке исте, какве су и у природи. То право посматрање слика може се постићи или горњом конструкцијом у холандскоме или Галилеову дурбину једним сабирним и једним расипним

сочивом, или самим сабирним сочивима, комбинујући их на други начин. Од тих се дурбина разликују астрономски дурбини, који се праве само са два сабирна сочива, али који дају изврнуту слику. Па како то извртање слике ни у колико не смета астрономским посматрањима, то се она тако изврнута и оставља, јер се тиме конструкција самога дурбина знатно упрошћава.

Конструктивни распоред таквог астрономског дурбина види се на сл. 142. На једном крају веће или мање цеви утврди се сабирно



Сл. 142.

сочиво о; то је објектив. Зраци, који падну на такво сочиво ма са ког небеског тела, скупљају се у жижи F тога сочива и ту дају, као што знамо, стварну изврнуту и смањену слику ab. У другој ужој цеви, која улази у прву ширу цев, утврђено је друго сабирно сочиво о', кроз које се посматра мало час поменута смањена и изврнута слика ab; то је друго сочиво окулар. Окулар игра сад улогу обичне лупе, тј. гледајући кроз њега стварну

слику аb, добија се од ње уображена и увећана слика А'В', и то је она слика, која се дурбином види. По себи се разуме, да зато треба окулар тако у цеви наместити, да стварна слика аb дође између окулара и његове жиже.

Како објектив тако исто и окулар састављени су обично из два сочива, како ради апланатизма, тако и ради других важних особина сложених сочива, о којима сада не може бити говора.

Сваки астрономски дурбин као и микроскоп може разно увеличавати посматране предмете; само та увеличавања нису код дурбина тако многобројна као код микроскопа. Дурбин има увек само један објектив, а два или три окулара, и тим се окуларима постижу два или три разна увеличања. Код микроскопа видели смо да има и више објектива и више окулара, те зато су и комбинације у увеличавању многобројније.

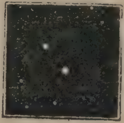
Цев, која носи окулар, како код микроскопа, тако и код свих дурбина и огледала, покретна је и може се кретати или непосредно руком (код простијих справа) или нарочитим завртњима. Сваки посматрач премешта окулар час на једну час на другу страну, док не угледа слику сасвим јасну и оштру. Где ће се он са окуларом зауставити, зависи како од његових очију, тако и од даљине посматраних предмета, као и од употребљеног увеличања.

Каквоћа једнога дурбина као и његова моћ увеличавања зависе у главноме од објек-

тива. Најважнија је ствар, да стакло, од кога се објектив реже, буде што је могућно чистије, да у њему не заостану мали мехурићи или као нека влакна. Резање и глађење објектива је од не мање важности, јер од њихове савршености зависи оштрина оне стварне слике, коју објектив даје, и која се затим посматра окуларом. Све је то врло тешко постићи нарочито код великих дурбина, па зато су такве справе, кад се добро израде, врло скупе.

Од два дурбина једнако израђена, онај ће моћи дати већа увеличавања, код кога је објектив већи. Јер јасност оне уображене слике, коју гледамо кроз окулар, зависи на првом месту од јасности стварне слике, коју даје објектив, па дакле од броја оних зракова, који кроз објектив пролазе, те ту слику дају. Међу тим лако је појмити, да ће тих зракова бити у толико више, у колико је објектив већи. С друге стране, пошто се увеличавањем стварне слике окуларом њена светлост растури на много већу површину (уображене слике), то се по себи разуме, да ће та уображена слика, коју ми у осталом и посматрамо, бити у толико слабија и мање разговетна, у колико је увеличање веће. И кад је стварна слика постала од већег објектива, тј. кад у њој има више светлости, она ће допустити и веће увеличање, а и много веће појединости ће се на слици видети. Као пример да наведемо сл. 143 и 144, које представљају један исти предео неба гледан голим оком (сл. 143) и

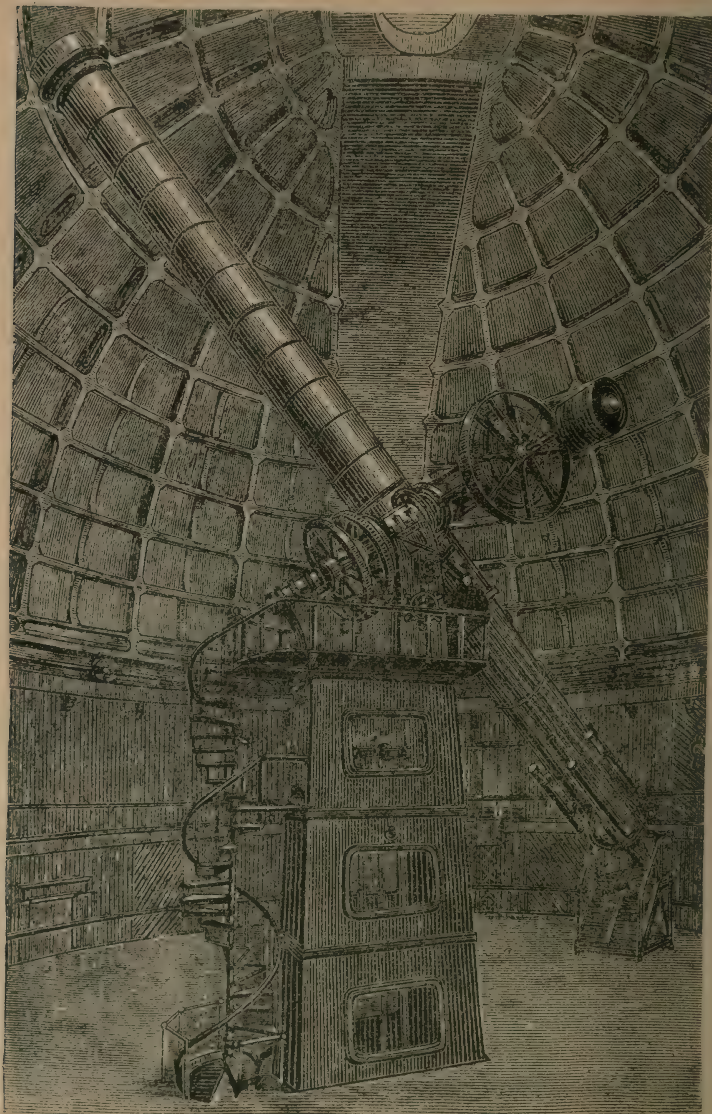
кроз дурбин (сл. 144). Прва слика показује да се на том делу неба (у близанцима) види голим оком свега седам звезда, а тај исти део виђен дурбином од само 27 сантиметара у пречнику показао би да има 3205 звезда.



Сл. 143.

Поред чисто оптичке стране дурбина ваља да се са неколико речи задржимо и код начина, како се такви дурбини намештају и како се њима у практици за астрономска посматрања служимо.

Сл. 144.



Сл. 145.

Сваки астрономски дурбин ваља да се тако намести, да се може окретати на све стране по небу, те да се сваки део неба може њиме догледати. Поред тога, дурбин мора бити тако намештен, да при своме окретању час на једну час на другу страну не претеже на једну страну више но на другу, те да на тај начин измести и поремети оне делове који га држе; другим речима, дурбин мора бити савршено еквилибрисан на своме стубу. Ма како дурбин био велики и тежак, сва његова кретања морају се вршити са највећом лакоћом. Велики су дурбини тешки по више хиљада килограма, па се ипак тако наместе, да се тако рећи једним прстом крећу ма на коју страну.

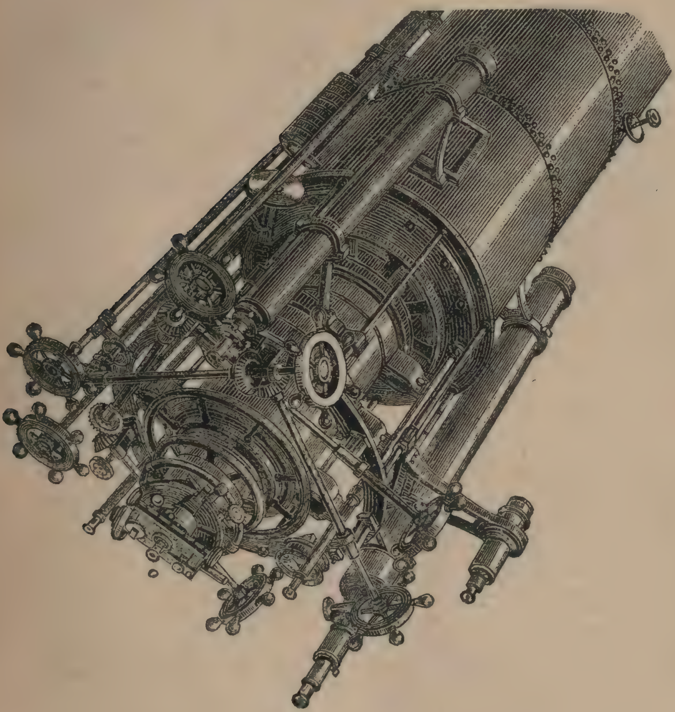
Највећи дурбин, којим се данас посматра, јесте дурбин на звездарници на брегу Хамилтону у Калифорнији. Његов објектив има скоро један метар у пречнику (912 мм.), а дугачак је око 18 метара. Сл. 145 показује тај дурбин у своме кубету. Њиме је пронађен, крајем августа 1893 године, пети пратилац Јупитеров, који је удаљен од њега само 21000 километара.

За сва тачна астрономска посматрања, као и за сва мерења, додате су дурбинима (и то код њихових окулара) нарочите справе. Међу њима је најважнији микрометар, испреплетан танким концима од паучине, на које пада слика звезде или планете, која се посматра, и помоћу којих се мери или даљина две бліске звезде, или величина саме планете, или величина извесних појединости на њихо-

вим површинама итд. Укрштени конци од паучине у микрометру служе, да се положаји појединих тачака на каквом небеском телу утврде, и да се по промени тих положаја одреди кретање или тих тачака или целих тела, као и брзина њихових кретања. Само на основу тако тачних посматрања и мерења, могу се данас у напред одредити положаји и места разних небеских тела за више година и само се на тај начин могу предвидети разне небеске појаве, као што су нпр. помрачења. Да бисмо од прилике имали појма, каквих све додатака има на оном крају дурбина, где је окулар, доносимо сл. 146, на којој се виде три друга мања дурбина, који служе за тражење небеских тела, као и велики број разних полуга и точкова, којима се врше фина премештања дурбина у разним правцима. Оком се посматра кроз мали окулар О.

Као што смо мало час видели, онај ће дурбин допустити веће увеличање, чији је објектив већи. Али ма како велики био дурбин, опет он има извесну границу у увеличавању, која се не може прећи, и та граница зависи не само од величине објектива, већ и од потпуности израде тога објектива. Ако се узме да је објектив некога дурбина сасвим добро израђен, онда се приближно може наћи његова моћ увеличавања, кад се пречник његова објектива изражен сантиметрима помножи са 20. Дурбин, који би имао у пречнику 30 сантиметара, допуштао би увеличање од 600 пута.

Поменути калифорниски дурбин има у пречнику 91 сантиметар; према томе увеличао би 1800 до 2000 пута. Међу највеће европске дурбине долази дурбин на звездарници у Ници са објективом од 74 сантиметара и у Пулкови



Сл. 146.

(у Русији) са објективом од 70 см. Према томе први би дурбин увеличао око 1500, а други 1400 пута.

То су увеличања, која дају дурбини у обичним приликама. Ако су услови за посматрање ванредно повољни, онда ти дурбини могу допустити мало јача увеличања, али свакако и највећи, калифорниски дурбин у тим најповољнијим приликама не може дати веће увеличање од 3000 пута.

Узмимо један практичан пример. Месец се налази на средњем одстојању од 400 000 километара од земље. И месец посматран највећим земаљским дурбином, и у најповољнијим приликама, био би увеличан 3000 пута, тј. изгледао би, као кад би био на 128 километара од земље. Са тим се увеличавањем могу још приметити појединости по његовој површини од 70 до 80 метара величине.

Да ли ће се код једног дурбина моћи употребити веће или мање увеличање, зависи нарочито од стања, у коме се ваздух налази. Светлост, долазећи са неког небеског тела, пре но што уђе у дурбин, пролази кроз нашу атмосферу. Целе године, а нарочито лети, разни су слојеви ваздушни сасвим разно загрејани. Услед тога, као што смо раније видели, ваздух струји у разним правцима и врло неједнако, тако да се може казати као да трепери. То треперење ваздуха јако утиче на светле зраке, јер и они дођу у слично треперење, и слика, коју ти зраци у дурбину дају, врло је нејасна и игра пред очима. То је играње слике тим веће, што је увеличање веће. С тога се ретко кад код дурбина могу употребити највећа увеличања. Обично се посматра са

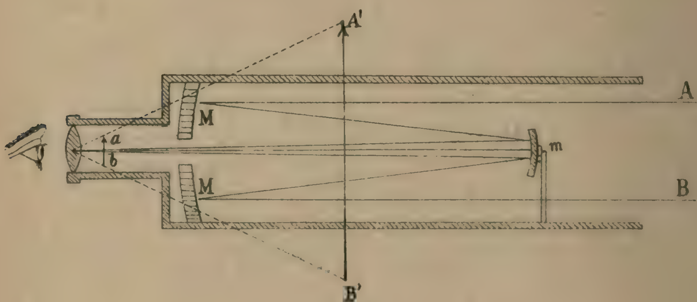
много мањим увеличањем, јер су онда слике оштрије и мирније, те се и многе појединости боље виде.

Поред све жеље за већим увеличавањем дурбина, ми смо скоро на граници, коју можемо у том погледу постићи. Јер ако бисмо хтели остварити још већа увеличања, требало би правити објективе много веће од досадашњих, а то је према садашњем стању те индустрије готово немогућно. Да бисмо имали приближна појма о тешкоћама, с којима се сретамо нарочито код прављења тако великих објектива, напоменућемо да је објектив калифорниског дурбина, који још не износи пун метар у пречнику, деветнаест пута ливен, док се једва добио један који је био добар. Само се око ливења тога објектива изгубило скоро три године.

У последње време појавила се мисао да се велики објективи не праве из једног комада стакла, као до сад, већ да се саставе из више мањих објектива, који ће сви заједно правити један велики објектив. Да ли ће овако сложени објективи дати оне резултате, који се очекују, показаће будућност.

Као што смо раније напоменули, место сочива може се употребити шупље огледало као објектив, које ће дати слику за посматрање. Тако је постала друга група справа за гледање далеких предмета, које се иначе зову телескопи.

Док се код дурбина посматра правцем његове дужине, дотле се код телескопа може или тако исто посматрати или спреда, па и са стране према начину како се он направи. Телескоп, који по начину посматрања личи на дурбин, зове се Грегоров телескоп и представљен је на сл. 147. На дну једне широке цеви налази се шупље огледало М М, које је у средини пробушено. Зраци А и В, долазећи са неког небеског тела, одбијају се са тог

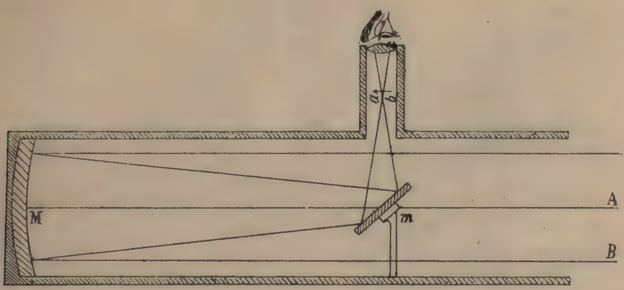


Сл. 147.

огледала на нама познати начин, па, пре него што ће се састати да даду стварну слику, падну на друго шупље мало огледало m у средини цеви; од њега се поново одбију и дају стварну и смањену слику a b, прошавши кроз отвор у великом огледалу. Та се стварна слика посматра окуларом као код дурбина, и даје уображену слику A' B'.

У последње време најчешће се праве телескопи по системи, коју је дао Њутн, а усавршио Фуко (Foucault) и код којих се слика

посматра са стране. Појединости тога телескопа виде се на сл. 148. Зраци AB, одбијени са огледала M, које није пробушено, падају или на једно равно огледало m, нагнуто под углом од 45 степена, или на правоуглу призму, па се одбијају у страну и дају слику ab. Та се слика онда посматра са стране ближе или даље од самога краја цеви, обичним окуларом. Такав један телескоп системе Њутнове са целим својим прибором и начином утврђења пред-



Сл. 148.

стављен је на сл. 149. Огледало се налази на дну оне велике нагнуте цеви, а посматрање се врши на горњем, отвореном крају телескопа (са балкона) и то са стране. Помоћник, који је доле, покреће телескоп на једну или другу страну према потреби.

У прошлом веку и у почетку овога века на много већем су гласу били телескопи но дурбини. Због тога, што се огледала у опште много лакше праве, направљени су телескопи врло велики. Хершел, као астроном, правио је сам огледала за своје телескопе, код којих

се гледа спреда, тј. с оне стране, куда зраци улазе у телескопску цев. Он је био успео да

Сл. 149.

направи телескоп, који је имао скоро 1·5 метар у пречнику, а преко 12 метара у дужину.

Само огледало тога телескопа било је тешко преко хиљаду килограма, а увеличање, које се њиме могло постићи, износило је око 3000 пута. Данас је тај телескоп ван употребе.

Још је већи телескоп направио ирски лорд Рос. Огледало тога телескопа, тешко око 3800 килограма, има у пречнику 1·83 мет., а цев му је дугачка 7 метара. Огледало и цев тешки су преко 6000 килограма, а цео телескоп стаје преко три стотине хиљада динара. Увеличање му је од прилике 4000 пута, премда се у практици ретко кад може употребити увеличање веће од 2000. Јер у Енглеској преко целе године једва има сто сахата, кад се телескопом може посматрати са увеличањем од 1000 пута.

Сва огледала за старе телескопе прављена су од бронзе (састављене од бакра 67 делова и калаја 33; по кадшто се додаје у малим количинама сребро, арсеник, па и платина). Таквих је огледала направљено врло много. Сам је Хершел направио до две стотине огледала од 7 енгл. стопа (2·13 мет.) жижне даљине; до сто педесет огледала од 10 стопа (3·05 мет.), и око осамдесет огледала од 20 стопа жижне даљине.

Кад год је Хершел предузео да глади једно огледало, он тај посао није прекидао све до свршетка, и ако је он трајао по десет, дванаест па и четрнаест сахата. Ни за тренут га није напуштао, чак ни да једе, него му је сестра додавала оно неколико залогаја, које би узимао, док тај посао не сврши.

Метална огледала имају многе незгоде у себи; поред врло велике тежине, кад су мало већа, та огледала услед влаге потамне на ваздуху и морају се поново гладити. То поновно глађење је врло деликатан посао, јер се њиме може огледало врло лако покварити.

Данас се праве огледала за телескопе од стакла, код којих се само посребри она површина, која треба да одбија светлост. Кад се та сребрна навлака исквари, она се може врло лако заменити новом, а да се ни у колико не промени кривина самога огледала.

На завршетку овога одељка о дурбинима и телескопима да упоредимо те две врсте справа међу собом, те да видимо која је међу њима претежнија.

Како код дурбина тако и код телескопа окуларни део је један исти; они се разликују само по објективу. Има прилика, у којима су се телескопи показали бољи од дурбина, као што је било и обратно.

Дурбини имају ту добру страну, што се њима лакше рукује, и што се њихови објективи једном добро израђени не мењају. Поред тога, упоређени са телескопима истога пречника, дурбини дају бољу слику. С друге стране дурбини се теже израђују, те су зато и знатно скупљи. Прва је тешкоћа што се не могу добити велики комади стакла сасвим чисти, без мана, а то је био главни узрок што се врло дуго нису ни правили велики дурбини. Пошто је објектив сваког дурбина састављен из два

разна сочива, то ваља за сваки објектив израдити и угладити четири површине, док напротив огледало телескопско има само једну углађену површину.

У томе је главна претежност телескопа. Али огледало телескопско врло много упија светлости, која на њега пада; а поред тога је и врло тешко, те је руковање целом справом неугодно, нарочито кад је она велика. Под утицајем ваздуха, а нарочито влаге, углађена површина метална брзо потамни и сваким се новим глађењем долази у опасност, да се кривина површине поквари. Истина је, да се тој незгоди доскочило стакленим огледалима, као што смо горе видели, али има друга једна ствар, која одређује у којим приликама ваља употребити дурбин, а у којим телескоп.

Због тога што се велика огледала лакше праве но сочива, у телескопу се може добити светлија слика но у дурбину; али та слика, ма како светла била, није сасвим оштра и тачно ограничена као код дурбина. Зато се телескоп не може употребити онде, где се тражи велика тачност било у положају саме слике или у њеним појединостима.

Према томе, данас је, може се рећи, одређено поље и телескопима и дурбинима. Телескопи су згоднији и бољи за тела, која су слабе светлости, али која нису оштро ограничена. Такве су нпр. комете и небеске магле. Због тога су за таква посматрања телескопи претежнији од дурбина. Напротив за посматрање звезда и планета, где је потребно да

се појединости тачно виде, згоднији су дурбини и ако мање увеличавају, јер су им слике оштрије, па се и боље виде.

Справе и апарати, о којима смо до сад говорили, служили су да учине извесну корисну услугу како науци тако исто и публици, да помоћу њих откријемо и проучимо врло велики број природних појава или да се њима помогнемо у извесним приликама, где наше очи саме нису довољне. Помоћу њих, а у вези са законима о преламању и одбијању светлости, успели смо протумачити врло многе природне појаве, на први поглед непојмљиве и чудновате, са којима смо се непрестано у природи сретали.

Остаје нам сада да говоримо о оним справама, основаним на преламању светлости, којима се могу изазвати појаве још чудноватије од оних, које у природи сретамо, али које су махом упућене да заварају и доведу у заблуду ширу публику, која, не разумевајући их, приписује онима, који их производе, извесне ванприродне моћи и особине. Код природних појава варамо се, јер их не схваћамо; овде пак они, који те ствари знају, варају оне, који их не разумеју, те на тај начин изазивају поштовање и страх код незналица, код људи слабих и бојажљивих.

Пре него што пређемо на опис апарата и објашњавање чудноватих привиђења и представа, да опишемо такву једну појаву, коју је

видео и описао чувени италијански уметник Бенвенуто Челини године 1534.

„Упознао сам се, вели он, с једним сицилијанским свештеником, човеком врло духовитим и класички веома образованим. Једног дана, кад се разговор окрете на вештину прављења чуда (некромантије), ја му рекох, да горим од жеље да научим штогод од тога и да сам увек желео да проникнем тајну те вештине.

„Свештеник ми одговори да треба бити одлучног и предузимљивог карактера, па научити ту вештину, и ја му одговорих да мени не оскудева ни одважност ни постојаност за све оно, у чему бих се хтео научити. Свештеник ће на то одговорити: „Ако имате срца да пробате, ја ћу Вам учинити то задовољство“, и ми се онда споразумесмо о плану учења некромантије.

„Свештеник одреди једно вече, кад ће ми учинити по вољи и зажели да поведем са собом још једног или два пратиоца.

„Ја поведем свога присног пријатеља Винченција Ромолија, који са своје стране поведе једног свог познаника из Пистоја, такође мађионичара. Кад смо дошли у колосеум, свештеник по обичају мађионичара поче описивати по земљи кругове с особитом вештином и на врло свечан начин. Он беше понео са собом асуфетиду, разне друге скупоцене мирисе и материје, које су, запаљене, пуштале несносан задах. Чим је све било спремљено, ухвати нас за руку и нареди једном другом

мађионичару, своме другу, да сипа мирисе на ватру кад треба, као и да се брине о ватри. Затим започеше преклињања и запомагања. Та је церемонија трајала један и по сахат, кад се појавише читави легиони демона у толиком броју, да их је амфитеатар био пун. Ја се бејах занео мирисима, кад се свештеник, видећи да има врло много духова, окрене мени и рече: „Бенвенуто, иштите што од њих.“ — Одговорих да ме саставе с мојом драгом Сицилијанком, Анђеликом. Те ноћи не добих никакав одговор, али сам био задовољан, што сам и толико видео од тих чудноватих ствари. Мађионичар ми рече да треба да дођемо други пут, па ће се мојој жељи одговорити, али да ваља да поведемо са собом једно чисто и невино дете.

„Онда сам узео са собом једног дечка од дванаест година, који је био код мене у служби; сем њега пошао је опет Ромоли и још један мој пријатељ Ањолино Гуди. Кад смо дошли на одређено место, свештеник је с истом озбиљношћу и свечаношћу спремао што треба, само још тајанственије него ли први пут, па нас намести у један круг, који опет повуче на још свечанији начин. Оставивши да се моја два пријатеља брину о ватри и мирисима, даде ми у руку једну таблу или карту мађиску, рекавши ми да је окренем на ону страну, коју ми он буде означио; дечко пак остаде испод те табле. Мађионичар сад поче страшна преклињања и призивања, позва по именима силне демоне, који беху старешине

разних ђаволских легиона, и испитиваше их у име вечитога и нествореног Бога, језиком јеврејским, латинским и грчким. Не потраја дуго, и амфитеатар се испуни ђаволима многобројније него први пут. Ја пожелих опет, да се састанем с Анђеликом. „Знајте, рече ми он окренувши се к мени, они су рекли да ћете се пре, но што прође месец дана, састати са њом.“

„Онда ми он рече да се добро држим уз њега, јер демона има за хиљаду више него што је он тражио, и то најопаснијих; затим, пошто су одговорили на моје питање, треба да будемо учтиви са њима, па да их мирно отправимо. Дечко под оном таблом дрхтао је од страха, говорећи како има ту милион злих духова, који покушавају да нас сатру, и како четири наоружана џина, огромне величине, непрестано наваљују да пређу у наш круг. И док је мађионичар, и сам уплашен, гледао да их растера мирним и благим начином, Винченцо Ромоли дрхташе као прут, сипајући мирисе на ватру. И ако сам био више уплашен од њих, ја сам гледао да сакријем свој страх и старао сам се да их охрабрим; али, истину да кажем, држао сам да сам пропао, видећи страшно бледило мађионичарево. Дете сакри главу између колена и рече: „Хоћу овако да умрем, јер ћемо сигурно сви изгинути.“ Ја му рекох да су сви ти ђаволи изнад нас и да све то што види није ништа друго до дим и сенка, зато нека дигне главу и нека се не плаши. Тек што диже главу, он узвикну: „Цео је ам-

фитеатар у пламену и ватра долази на нас.“ Сакривши поново очи, рече да је пропаст неизбежна и да их не сме више погледати. Мађионичар ме охрабри, рекавши ми да се старам да мириси боље горе; на то се ја окренем Ромолију с налогом, да сипа најскупоценије мирисе што има. У исто време погледам Ањолина, који је био тако преплашен, да је изгледао као да је изгубио главу. Видевши га у том стању, рекнем му: „Ањолино, у оваким случајима човек не сме показивати свој страх, него ваља да се што више храбри; хајде метни што више мириса на ватру.“ Али је страх предузео био мах над њим. Дете, чувши наш разговор, усуди се дићи главу и видећи, где се смејем, охрабри се и рече, како ђаволи беже.

„Ми смо тако остали све док не почеше звона звонити на јутрење. Дечко нам рече да је остало још само неколико ђавола и да су били здраво далеко. Док мађионичар довршиваше своје церемоније, скиде горњу хаљину и понесе књиге, које беше са собом донео.

„После овога изиђосмо сви из круга, држећи се близу један до другога; дечко, који беше стао између мене и мађионичара, држао је нас двојицу за скутове. Враћајући се кући, дечко нам рече, да два ђавола, које смо тамо видели, иду још пред нама, скачући и превркући се, час по крововима кућа, а час по земљи. Свештеник рече, и ако је често улазио у мађионичке кругове, да никад тако што до сад није видео. Дошавши својим кућама, од-

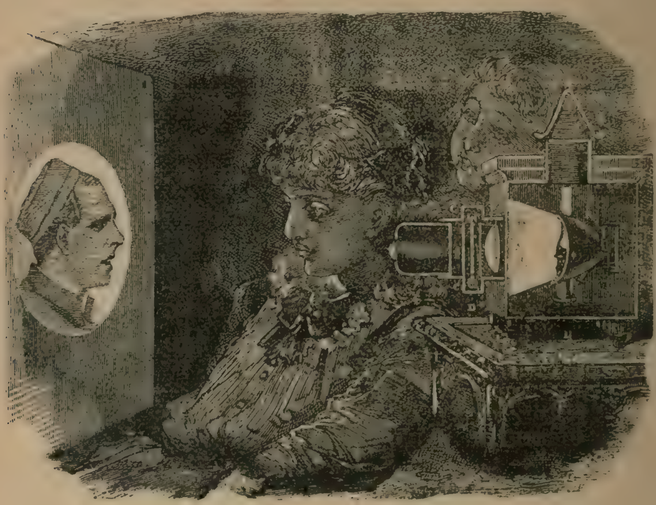
спавали смо остатак ноћи, сањајући само о ђаволима.“ —

Бенвенуто Челини, и ако је био у неколико познат са мађиоништвом, и ако је знао да „су сви ти ђаволи изнад њих и да све оно, што дечко види, није ништа друго до дим и сенке“, ипак нам није хтео казати, да ли су та привиђења и те слике изазиване шупљим огледалима, на начин који смо видели раније, или другом једном справом, која је била позната у оно доба, тзв. чаробном лампом. Чаробна је лампа била веома згодно средство за све мађионичаре онога и доцнијега времена. Јер шупљим се огледалом рукује мало теже, за њега треба нарочито сакривених простора, који се ретко налазе у обичним приликама. Међу тим чаробна лампа, која у врло малом простору има своју светлост, своја сочива и своје слике, врло је згодна за мађионичке представе, јер се лако преноси и лако и без великих припрема намешта свуда, где се потреба укаже.

Мађионичка или чаробна лампа врши оно исто дејство, које и сунчани или фотоелектрични микроскоп, само много простије и лакше; и она даје увеличане слике, само не малих предмета, као они микроскопи, већ на стаклу насликаних слика. По свом оптичком саставу сасвим је слична тим микроскопима.

Чаробна лампа, која се у научном језику назива и сциоптикон, види се на сл. 150, како с обичним сликама служи данас за забаву мало одраслије деце, и ако је некада изазивала

страх код неуких и плашљивих људи. Светлосни је извор мало јача петролеумска лампа или зејтињача B, окружена параболским огледалом R, које својим одбијањем задњег дела светлости упућује светли сноп на једну страну; на тај начин ојачана светлост пролази кроз сабирно сочиво L', и концентрисана пада на стаклену плочу D, на којој су насликане оне слике, које ће се тамо негде на зиду или платну



Сл. 150.

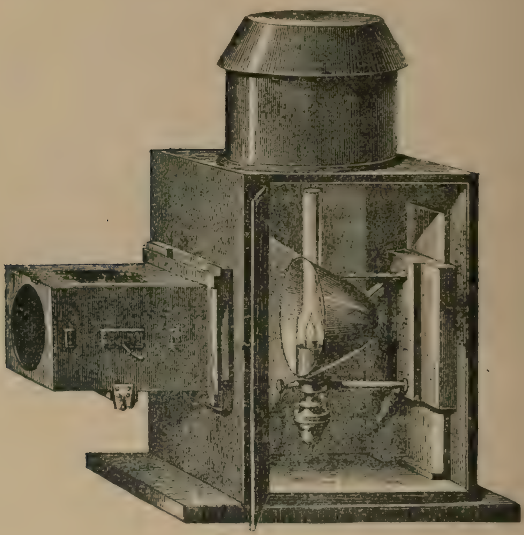
показати. Задатак је дакле тога сочива, да што јаче осветли слику на стакленој плочи. Друго једно сабирно сочиво L, објектив, на обичан начин даје увећану и стварну слику онога цртежа на стаклу, која пада на за-

клон Е, где се у замраченој соби врло лепо види. Да би се лампом могле добити увећане слике на разним даљинама, удешено је да се предње сочиво L премешта или руком или нарочитим завртњем, те се на тај начин добија увек оштра слика на зиду. Што је лампа од зида даља, у толико је слика на њему већа. Па како знамо да су све стварне слике сабирних сочива изврнуте, то ваља, ако хоћемо да оно, што на зиду показујемо, изиђе право, оне цртеже, што су на стаклу, метнути изврнуте у лампу.

Пред крај прошлога века физичар Робертсон, о коме смо говорили приликом оне анегдоте о Петру Великом, беше постигао ванредан успех, показујући публици разна привиђења, као духове, скелете, разна изумрла лица итд., која су кроз савршени мрак, у коме су се налазили гледаоци, изгледала као да се крећу, приближујући се гледаоцима и растући непрестано. Ова се врста приказивања назива фантасмагорија, а справа, којом се то постиже, фантаскоп.

У главноме фантаскоп није ништа друго до обична чаробна лампа, с том само разликом што се код фантаскопа не пусти од један пут сва светлост, него она поступно расте, и што се овде употребе једна или две чаробне лампе, али покретне. Кад се таква поступност осветљавања комбинује с разном величином слике, која се постиже приближавањем или удаљавањем апарата, илузија је таква, да се ретко ко не би преварио.

Сл. 151 представља фантаскоп са једном чаробном лампом, на којој се види задњи део, тј. лампа и параболско огледало. На самом дну предњега дела, који изгледа четвртаст, намештају се на стаклу нацртане слике, а мало даље налази се једна преграда (сл. 152), на којој се удаљавањем или приближавањем два заклона, који се као маказе крећу, може више или мање светлости пустити да изиђе из апа-

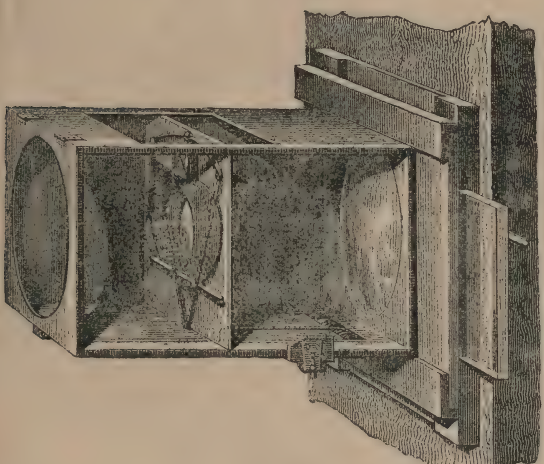


Сл. 151.

рата. Тај је заклон поред самог предњег сочива или објектива, који, као што знамо, баца стварне слике на зиду.

Цртежи, које ваља увеличати тим апаратом, израђени су обично у прозрачни бојама

према природи предмета и велики су 8 до 10 сантиметара. Да би илузија била савршенија и дејство наравно јаче, гледаоци морају бити у савршеном мраку. Велико бело платно, на које се шаљу слике фантаскопом, налази се између гледалаца и самог апарата, тако да га гледаоци ни од куда не могу видети. Платно је што је могућно боље окружено засторима, да не пада у очи. Кад се све удеси како



Сл. 152.

треба, гледаоци не могу себи представити даљину свега тога, јер нема ничега, по чему би могли судити о даљини, а то је један од најважнијих елемената, да се изазове што већа илузија.

Обично представљач држи дужи или краћи говор, у коме спреми огледаоце на оно, што

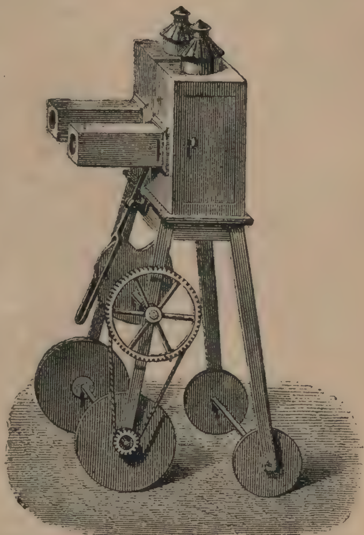
треба да дође, док се на један пут не појави на платну врло мала и нејасна слика привиђења; у таком облику она изгледа да је веома далеко. Мало по мало светлост постаје јача и слика већа, тако да се, ако се то развија с извесном брзином, гледаоцима чини, да се привиђење врло брзо приближује и као да налеће на њих, те се, ако је појава по себи страшна, гледаоци јако уплаше.

Робертсон препоручује, да дворница, у којој се таква привиђења изазивају, треба да има 60 до 80 стопа у дужину и 24 у ширину, да је обојена црно или постављена црним платном. Гледаоци ваља да су одвојени од фантаскопа белим платном, као што је горе речено; платно да буде премазано смесом штирка и ѓумиарабике, те да буде полупрозрачно.

Тешко би било, кад би представљач сам удешавао и светлост и даљину апарата од платна, па дакле и положај сочива; зато се ти делови тако направе, да се сами собом удешавају, као што се то види на фантаскопу са две чаробне лампе, представљеном на сл. 153. Кретањем апарата напред и натраг преноси се зупчастим точком одговарајуће кретање и на сочиво, те се према томе представљач брине само о премештању фантаскопа.

Нарочито се лепи ефекти, који ванредно јако дејствују на гледаоце, постижу са две или и са три чаробне лампе, намештене било једна поред друге или и једна изнад друге. Онда се могу по вољи мењати извесне споредне сцене, док главна слика остаје. Или се

једна сцена може заменити другом без прекида и да изгледа као да једна у другу прелази, те на тај начин изазвати тзв. полиорамичке изгледе. Нпр. један се скелет јави у гробљу и сам; затим неосетно долази читава гомила других скелета (њих шаље сад она друга чаробна лампа на исто место), па онда или сви заједно или се само ови последњи покажу у лепом пољу или на каквом другом месту итд. Или: једна лампа показује какав леп предео поред мора, које се види сасвим мирно, па је мало по мало предео мрачнији, као да се олуја приближује, док се најзад не појаве огромни таласи, који се после малог трајања утишају, те се опет појави први изглед, рецимо сада још са каквом лађом итд. итд.



Сл. 153.

Фантасмагорију је при крају прошлога века у Француској знатно усавршио Робертсон. Дејства, која су његове прве представе изазвале у Паризу за време револуције, готово су јединствена у историји; она превазилазе

сва мађионичтва постигнута до тог доба, и ако у њима није било ничега мађионичког, већ само вешто примењени закони преламања и одбијања светлости, које смо до сада проучавали. Пошто је више година и сам проучавао поменуте законе оптичке, он објави јавна предавања у Паризу из своје вештине, коју назва фантасмагоријом. Користећи се нарочитим објавама као и тадашњим новинама, он је привукао на се велику пажњу, и ево како се између осталога описују ефекти, које је он у оно доба производио, и које су многи позвани и непозвани са мањим савршенством после њега понављали по осталим деловима света. У једном се листу из онога доба вели:

„Један је децемвир казао, да се само мртви не враћају; идите Робертсону, па ћете видети да се и мртви онако исто враћају као и живи. Робертсон доводи чудовишта, заповеда духовима и сенкама.

„Једне вечери нађосмо се нас једно шездесет у дворници, спремљеној за представу. Тачно у седам часова уђе у дворницу један блед, сувоњав човек. Пошто је погасио свеће, он нам рече: „Грађани и господо, ја нисам од оних пробисвета и шарлатана, који више обећавају него што одрже; ја сам тврдио у „Париским Новинама“ да ћу васкрснути мртве, и ја ћу их васкрснути. Ма ко од вас нека тражи појаву кога хоће, умро он насилном или природном смрћу, нека само заповеди, ја ћу слушати.“ Наста мртва тишина. Онда ће један из публике са растуреном косом и жалосним по-

гледом рећи: „Пошто нисам био срећан да видим, да се у службеним новинама ода пошта Марату, желео бих бар да видим његову сенку.“

„Робертсон насу на запаљено огњиште две чаше крви, једну флашу витриола, дванаест капи царске воде и два броја „Журнала слободних људи“; одмах се подиже мало по мало једна мала сенка гадна и накарађена, с ножем у руци и црвеном капом на глави; онај, који га је захтевао, познаде да је то Марат и хтеде да га загрли; сенка се само страховито намргоди и ишчезе.

„Пошто је више таквих духова на захтев појединаца изазвао, Робертсон ће рећи: „Грађани и господо, до сад сам вам показивао само по једну сенку од један пут. Ја могу добротворима да покажем све оне сенке, којима су они у животу добра чинили, као што могу и зликовцима да изнесем сенке њихових жртава.

„Цела дворница запљеска после тога, само двојица протестоваху, али се на њих нико не освrташе.

„И одмах представљач баци на огњиште протокол од 31 маја, протоколе убистава у тамницама у Ексу, Марсељу, Тараскону, једну листу денунцијаната и сумњивих лица, збирку пресуда револуционарнога суда, хрпу новина демагошких и аристократских, па поче изговарати ове мађиске речи: завереници, човечанство, терористи, правдо, Јакобинци, отимачи, Жирондинци, Орлеа-

нисти... На један пут се појавише групе, покривене крвавим засторима; скупише се, навалише на ону двојицу што нису хтели пристати да се та појава покаже, који, преплашени том страховитом појавом, побегоше из сале...“

Наишавши на леп одзив, Робертсон је своје доцније представе на нарочити начин спремао и изводио, преселивши се у један стари и напуштени капуцински манастир. Цела је околина манастирска била покривена гробовима и посмртним плочама. У дворницу, или боље рећи у манастирску капелу, улазило се многим обилазним путевима старога манастира, украшеним тајанственим сликама. Врата од уласка покривена су била јероглифима, а дворница, сва црним платном превучена, осветљена је била једном надгробном лампом. Једини украс дворнице биле су мртвачке слике. Мртва тишина, која је владала на тим местима, потпуна одвојеност од бурнога живота, очекивање најстраховитијих појава, све је то утицало на гледаоце, спремајући их да верују у све оно што виде. Физиономија целе ствари била је страшна, скоро мртвачка, и појединци су између себе само шапутали. Сваки гледалац, налазећи се тако рећи у самоме гробљу, на месту где је гледао стотине гробова, очекивао је да ће све оно, што се има видети, изићи из тих истих гробова.

Спремивши на тај начин своје гледаоце да сваку појаву сматрају као истиниту и ствар-

ну, Робертсон се јављао пратећи сваку своју представу неколиким речима.

Чим би довршио свој говор, стара надгробна лампа, која је осветљавала дворницу, угасила би се и настао би потпун мрак. Уз пљусак кише, уз грмљавину и звоњење мртвачких звона, која као да буде и позивају мртваце из гробова, јавља се на далеком хоризонту мала светла тачка; нека се неразго-

Сл. 154.

ветна слика, најпре мала, па онда све већа, приближава спорим корацима и сваким кораком изгледа све већа: најзад чудовиште огромне величине, рекао би, уђе међу гледаоце и баш у тренутку, кад су ови спремни да се од страха куд који разбегну, чудовишта нестане непојмљивом брзином (сл. 154).

У другој прилици духови су излазили од један пут из гробова, и њихова напрасна појава била је још страшнија.

На тај начин ређале су се различите сцене пред гледаоцима, једне страшне, друге жалосне, треће шаљиве, фантастичне итд. При свакој представи било би штогод из свакодневних политичких догађаја. „Робеспијер, вели се у једном листу онога доба, излази из свога гроба, хоће да устане... гром удари и разнесе у ветар и чудовиште и његов гроб. Свакоме пријатне сенке Волтера, Лавоазија, Ж. Ж. Русоа јављају се једна за другом; Диоген са својим фењером у руци тражи некога и, да би га нашао, иде тако рећи између нас и неучтиво плаши госпође, што изазива приличну веселост у публици. Таква су дејства оптичка, да сваки држи да ће руком ухватити сенке, које се приближују.“

Често би Робертсон завршио своје представе оваквим говором:

„Изнео сам пред вас разне појаве из фантасмагорије; открио сам вам тајне мемфиских свештеника; старао сам се да вам покажем оно, што је најочигледније у физици; појаве које изгледају ванприродне у веку веровања; остаје ми да вам покажем једну још појаву, која је на жалост и сувише истинита. Ви, који сте се можда смејали мојим експериментима; лепотице, које сте се с времена на време и уплашиле од њих, ево једне само појаве, у истини грозне, у истини страшне: људи, јаки и слаби, моћни и немоћни, богоугодни и без-

божници, лепи и ружни, ево судбине која вас чека, ево шта ће од вас постати једнога дана. Сетите се фантасмагорије.“

Овде се светлост појави и усред дворнице види се мртвачки скелет. —

И ако се знало да представе, које је Робертсон давао, немају ничега ванприродног, да су оне резултат вештe примене светлосних појава, ипак је врло велики број људи држао, да је он заиста некакав мађионичар. Свакога су дана трчали к њему, тражећи да им предскаже будућност. Нису били ретки случајеви ни такви, да су долазили људи, који би после поздрава са њим изјавили, да су ради дознати, ко је онај лопов, што им је прошле ноћи покрао извесне ствари.

Као што смо мало раније споменули, уображење код гледалаца чини врло много, да ли ће они извесну појаву схватити на овај или онај начин. И да би дејство уображења било што веће и јаче, Робертсон је нарочито и изабрао за своје представе један напуштени манастир, окружен старим гробљем. Примери, који показују колику је важну улогу играло уображење код појединих људи, тако су многобројни у историји, да би се могле написати читаве књиге о њима. Па и ако су многи такви примери познати нашим читаоцима, било по причању било по ономе што су у својој околини видели и виђају, ипак ћемо овде да наведемо један пример, који се десио крајем прошлога века и који је забележен у аналима медицинским.

Један чувени физичар написао је једно врло лепо дело о уображењу, па је хтео својој теорији да дâ и експерименталан доказ; тога ради замоли министра, да му допусти да свој оглед изврши са једним, који је био осуђен на смрт. Министар пристане и преда му једног великог зликовца, који је припадао аристокрацији. Наш научњак оде зликовцу и рекне му: „Господине, многе личности, којима је јако стало до имена Ваше породице, добиле су од министра допуст, да Вас не погубе на ешафоту јавно пред публиком; министар је дакле променио начин извршења казне над Вама; Вама ће се сада само пустити крв на рукама и ногама, и то у Вашој тамници, и нико неће знати да сте погубљени.“ Зликовац, знајући већ да је био осуђен на смрт, пристане, осећајући се срећним, што се његово име неће јавно срамотити. Уведу га везаних очију у собу, која је раније била већ спремљена, и пошто су га везали за један сто, убоду га мало како на рукама тако и на ногама. Поред самих убода била су већ намештена четири суда са млаком водом, која је цурила полако у корита намештена мало ниже.

Зликовац, држећи да то његова крв тече, поступно је обамирао. Што је још већма потпомогло његово уображење, да из убода тече његова крв, било је шапутање између два лекара, нарочито овамо доведена. „Каква лепа крв!“ рећи ће један; „баш штета што је тај човек осуђен на смрт, јер би иначе врло дуго живео.“ — „Пст!“ рече онај други, па прибли-

живши се још више шане му, али тако да зликовац чује: „Колико има крви у телу човечијем?“ — „Двадесет и четири фунте, а већ је десет фуната од прилике истекло; овај је већ свршио.“ Затим се мало по мало удаљавާху, говорећи све тише. Тишина, која овлада у тој соби и звук од непрестаног цурења воде, толико су ослабили мозак тога несрећника, који је иначе био јако развијен, да се поступно угасио, не изгубивши ни једне капи крви. —

Не говорећи о уображењу код болесних мозгова, оно се у толико лакше и толико јаче јавља код здравих људи, у колико су они мање познати са истинским стањем ствари свега онога, што се око њих збива и што они виде. Па како је око онај орган нашега тела, кроз који највише и без мало све спољашње појаве улазе у нашу унутрашњост, то су те појаве, које на око дејствују, и дале повода оним многобројним варањима и разноликим последицама уображења, које налазимо у огромној маси и у нашем народу и које свакако рђаво утичу на његов живот. Зато се ова књига, упућена ширем кругу читалаца, бави на првом месту светлошћу и појавама, које од ње зависе. За благостање свих људи, па и нас самих, потребно је више светлости у самој светлости.

ДОДАТАК

ПРАВИЛА
СРПСКЕ КЊИЖЕВНЕ ЗАДРУГЕ

1.

У намери да потпомогне правилније ширење одабраних дела из лепе књижевности и из опште-корисне поуке и тако да ствара књижницу за све редове народа, оснива се друштво, које ће се звати: „Српска Књижевна Задруга“ са седиштем у Београду.

2.

Српска Књижевна Задруга стараће се:

да критички приређује издања старијих и новијих књижевника српских;

да издаје одабранија дела из савремене лепе и опште корисне књижевности;

да предњачи избором у превођењу и позајмици из словенских, иностраних и класичких књижевности;

да у опште припомогне ширем развићу народне књижевности, олакшавајући издање и ширење књига свима средствима, која јој буду на расположењу.

3.

Српска Књижевна Задруга вршиће свој задатак издајући сваке године по једно коло књига према својим средствима. Једногодишње коло ипак не може обухватити мање од шест књига ни мање од шесет штампаних табака.

4.

Друштвена су средства: улози чланова оснивача и улагача, добит од проданих књига, поклони и завештања, на то одређени, и камата од сталног капитала.

Али се од свега овога, одређенога за годишњи трошак, одбија 5 од сто и прилаже сталном капиталу.

5.

Стални друштвени капитал чине: улози чланова добротвора и поклони и завештања, на то одређени.

6.

Задруга ће примати и нарочита завештања, namењена на издање дела појединог српског књижевника или на издавање какве засебне врсте корисних књига, које у њен задатак спадају.

7.

Према томе: друштвена су издања *редовна* и *засебна*. Редовна су издања, која се чине по чл. 3, а засебна по чл. 6.

8.

Задруга има чланове:

почасне (чл. 17 ових правила);

добротворе, који плаћају најмање сто педесет динара једном за свагда, или седамдесет и пет форината;

оснивате, који плаћају десет динара на годину, или пет форината;

улагаче, који дају годишњи улог од шест динара, или три форинта.

Правна тела (школе, општине, друштва итд.) могу бити само чланови добротвори или оснивачи без права у члану 9.

9.

Оснивачи, који за двадесет година без прекида на време буду полагали свој улог, преводе се у добротворе и престају даље улагати.

Чланови почасни, добротвори и они оснивачи, који су после двадесетогодишњега беспрекиднога улагања постали добротвори, добивају друштену повељу, и њихова ће се имена објављивати на друштвеним издањима.

10.

Сви чланови добивају сва редовна друштвена издања.

Чланови, који дају годишњи улог, не могу добити књиге, за ту годину издане, ако своју обавезу не испуне до дана, који ће управа одређивати.

11.

У управу може бити изабран члан добротвор или оснивач. Управу састављају: председник, потпредседник, тајник, књижничар, благајник и пет одборника.

12.

Управа се, према књижевним и економним потребама Српске Књижевне Задруге, може делити на одсеке.

13.

Знатнија се питања расправљају у седници целокупне управе.

14.

Сваке друге године иступа из управе коцком трећина чланова, а њихова се места попуњују скупштинским избором.

Тајник је стални члан управе, који не иступа по овим одредбама.

15.

Свако, у течају изборне периоде, упражњено место у управи попуњује сама управа.

16.

Управа бира у народу друштвене повеленике, преко којих стоји у вези са члановима, шаље књиге, прима улоге итд. Повереници не плаћају никакав улог, а добивају сва редовна друштвена издања и 2 од сто од новца који прикупе, у име трошкова преписке. Имена се повереника објављују преко новина и на друштвеним издањима.

17.

Управа може поједине поверенике, који се буду за дуже време живље заузимали за Задругу, предложити годишњој скупштини за одликовање особитим признањем или избором за чланове добротворе (без обавезе у чл. 8).

Управа може поједине књижевнике, заслужне за напредак Српске Књижевне Задруге, одликовати избором за почасне чланове Задругине.

18.

Управа одлучује о престанку права и дужности појединих повереника.

19.

Скупштина се Српске Књижевне Задруге састаје редовно сваке године о Ђурђеву дне. На скупштину долазе и одлучују чланови добротвори и оснивачи. Управа је дужна објавити сазив скупштине двадесет дана раније.

20.

На скупштини се врше ови послови: управа подноси извештај о свом књижевном раду и имовном

друштвеном стању за минулу годину заједно са извештајем раније изабраних прегледача; бирају се два члана за преглед друштвених рачуна у текућој години; попуњује се управа; бирају се на предлог управе друштвени повереници за чланове добротворе; одлучује се о измени ових правила на предлог управе или педесет чланова добротвора и оснивача; одлучује се о поднесеним предлозима.

21.

Предлози за скупштину редовно се подносе управи тридесет дана пре скупштине, и управа их на дневни ред ставља. Преко овог правила на самој скупштини учињени предлози примиће се на претрес само онда, ако тако одлучи две трећине присутних чланова. Предлози за промену правила објављују се у дневном реду у целини.

22.

Друштвена је рачунска година од првог јануара до тридесет првог декембра.

Управа ће прописати за свој рад пословник и одредити пословне дужности својим члановима, одсецима и друштвеним повереницима, а тако исто и сталну или привремену годишњу награду тајнику.

23.

Ако би се Српска Књижевна Задруга растурила, њено се имање поверава на чување Српској Краљевској Академији, а она ће бити дужна предати га оном друштву, које буде радило на задатку, на коме је Српска Књижевна Задруга радила.

24.

Потписатих седамнаест основалаца објавиће ова правила по прописима чл. 37 закона о јавним зборовима и удружењима, и започеће купити Српску

Књижевну Задругу по њеним правилима. Они ће, по истим правилима, вршити дужност управе до прве редовне скупштине.

У Београду, шеснаестог априла 1892 год.

Основаоци:

Андра Гавриловић, д-р В. Бакић, Дан. А. Живаљевић, Жив. Живановић, д-р Јован Јовановић-Змај, Јован Ђорђевић, Љ. Ковачевић, Љубомир Јовановић, Љуб. Стојановић, М. Ђ. Милићевић, д-р М. Јовановић-Батут, д-р Милан Јовановић, П. П. Ђорђевић, Свет. Вуловић, Свет. Николајевић, Стојан Новаковић, Урош Благојевић.

Да су на данашњој другој годишњој скупштини основна правила Српске Књижевне Задруге овако измењена и допуњена у чл. 8, 9, 12, 17 и 22. као што су ова правила, тврде

22 новембра 1895 год.
у Београду.

Председник
Српске Књижевне Задруге
Љ. Ковачевић

Тајник
Х. Лилер

Потпредседник
П. П. Ђорђевић

Благајник
У. Благојевић

Чланови:

Жив. Живановић
д-р Ј. Јовановић
д-р М. Јовановић-Батут
Љуб. Стојановић
Љубомир Јовановић
Андра Гавриловић

ДОБРОТВОРИ
СРПСКЕ КЊИЖЕВНЕ ЗАДРУГЕ

ЊЕГОВО ВЕЛИЧАНСТВО КРАЉ СРБИЈЕ АЛЕКСАНДАР I

ЊЕГОВА СВЕТЛОСТ КЊАЗ НАСЛЕДНИК ЦРНЕ ГОРЕ ДАНИЛО

1. Г. Андра Николић, држ. саветник у пензији — Београд 150 д.
2. Г. Арса Поповић, за ћерку Јелену — Вел. Бечкерек 150 к.
3. Г. Аца Станојевић, штампар — Београд · · · · · · 150 д.
4. Београдска Задруга за међусобно помагање и штедњу 150 д.
5. Београдски Официрски Дом · · · · · · · · · · · · 150 д.
6. Г. др. Богдан Медаковић, адвокат — Загреб · · · 150 к.
7. Г.Г. Браћа Алатини, трговци — Солун · · · · · · 1000 д.
8. Г.Г. Браћа Малићи, трговци — Босанска Градишка 150 д.
9. Г. др. Валтазар Богишић, професор и министар правде — Цетиње · · · · · · · · · · · · · · · · · · 150 к.
10. Г. Васа Гавровић, великопродавац дувана — Ужице 150 д.
11. Г. Васа Мијатовић, гостионичар — Београд · · · · 150 д.
12. Г. Васа Петрачић, град. поджупан — Љубљана · · 150 к.
13. Г. Вељко Ђ. Рајковић, председник суда — Ћуприја · 150 д.
14. Г. др. Веса Николајевић, одветник — Ириг · · · · 150 к.
15. Г. др. Владан Ђорђевић, изв. посланик и пун. министар — Цариград · · · · · · · · · · · · · · 150 д.
16. Г. Владимир Матијевић, трговац — Загреб · · · · 150 к.
17. Г. Владислав Алин, трговац — Земун · · · · · · · 150 д.
18. Војна Академија — Београд · · · · · · · · · · · · 150 д.

19. Врањска акционарска штедионица . . . . 150 д.
20. Његова Светлост Архиепископ г. Георгије Бранковић — Срем. Карловци . . . . 150 к.
21. Главни Одбор Учитељског Удружења — Београд . . 150 д.
22. Главни Школски Одбор — Београд . . . . 150 д.
23. Г. Глигорије Барусковић, професор — Карловци . . 150 д.
24. Г. др. Давид Коњовић — Сомбор . . . . 150 к.
25. Г. Димитрије Властари, банкар — Цариград . . . 150 д.
26. Г. Димитрије Стаменковић, београдски трговац и председник Трговачког Удружења . . . . 150 д.
27. Г. Драгомир Петра Арамбашића — Београд . . . . 150 д.
28. † Драгутин Бранковић, инж. потпоручник, уписао га отац Стојан Бранковић, инж. потпуковник — Ниш . . . . 150 д.
29. Г. Драгутин Плајел, директор Реалке — Београд 150 д.
30. Г. Ђорђе Вајферт, гувернер Нар. Банке — Београд 150 д.
31. Г. Ђорђе Красојевић, адвокат — Срем. Карловци . . 150 д.
32. Г. Ђорђе Павловић, трговац — Београд . . . . . . 150 д.
33. Г. Ђорђе Симеуновић — Шид . . . . 150 д.
34. Г. Живан Живановић, држ. саветник у пензији—Београд 300 д.
35. Г. Живојин П. Симић, начел. мин. просв. — Београд 150 д.
36. Задруга Телеграфско-Поштанска — Београд . . . . 150 д.
37. Зајечарски Официрски Дом . . . . 150 д.
38. „Зора“, друштво Срба ђака — Беч . . . . 150 к.
39. Г-ђа Зорка пл. Бајић — Беч . . . . 150 к.
40. Г. др. Иван Лазаревић, ср. лекар — Аранђеловац . 150 д.
41. Архимандрит г. Иларион С. Весић, ректор призренске православне богословије, за књижицу призренске православне богословије . . . . . . 150 д.
42. Г. др. Илија Вучетић, адвокат — Нови Сад . . . 150 к.
43. Г. Илија Маргетић, министар у пензији — Београд 150 д.
44. Г. Илија Радовић, трговац — Крагујевац . . . . . 150 д.
45. Иришка задруга за помагање и штедњу . . . . . . 150 к.
46. Г.Г. Јевта М. Павловић и Компанија — Београд . . 150 д.
47. Г. Јован Ђорђевић, проф. Вел. Школе у пензији — Београд . . . . 150 д.
48. Ђенерал г. Јован Мишковић — Београд . . . . 150 д.
49. Г. Јован Ристић, краљ. намесник у пензији—Београд 150 д.
50. Г. Јово Петровић-Лучин — Дубровник . . . . . . 150 к.
51. † Јово Шорак-Ђедо, срп. православ. протопоп—Ријека 150 к.

52. Г. Јосиф Чечелски, апотекар — Пожаревац . . . . 150 д.
53. Г. Јоца Ђуричић-Биорац, трговац — Рума . . . . 150 к.
54. Г. Јоца Ж. Јовановић, трговац — Шабац . . . . . 150 д.
55. Г. Јоца Т. Радић — Суботица . . . . 150 к.
56. Гђа Јулка и Коста Миленковић, приватијери - Београд 150 д.
57. Г. Каменко Ј. Јовановић, књижар — Панчево . . . 150 к.
58. Архимандрит г. Кирил, настојник Српскога Подворја — Москва . . . . 150 д.
59. Г.Г. Кнежевић и Радовановић, трговци — Краљево . 150 д.
60. † Константин Вучковић — Сплет . . . . 150 к.
61. Г. Коста Васић — Босанска Градишка . . . . 150 к.
62. Г. Коста В. Недељковић, трговац — Београд . . . 150 д.
63. Г. др. Коста Николић, апотекар — Шабац . . . . 150 д.
64. Г. Коста Петровић, професор — Крагујевац . . . . 150 д.
65. † ђенерал Коста Протић, краљ. намесник — Београд 150 д.
66. Крушевачка Певачка Дружина . . . . 150 д.
67. Г. Лазар Аничић, трговац — Трст . . . . 150 к.
68. Г. Лаза Гавански — Сентомаш . . . . 150 к.
69. † др. Лазар Ђ. Докић, председник Државног Савета — Београд . . . . 150 д.
70. Г. Лазар Д. Драгичевић — Грац . . . . 150 к.
71. Г. Лазар Дунђерски, велетржац и економ — Нови Сад 150 к.
72. Г. др. Лаза Илић, окр. лекар — Зајечар . . . . . . 150 д.
73. Г. Лаза Лађевић, трговац — Загреб . . . . 150 к.
74. Г. Лука Ћеловић, трговац — Београд . . . . 150 д.
75. Г. Љубомир Јовановић, професор — Београд . . . . 150 д.
76. Г. Љубомир Ковачевић, министар просвете — Београд 150 д.
77. † Љубомир Ђ. Марковић, уписао га отац Ђурађ Марковић, трговац — Обреновац . . . . 150 д.
78. † др. Љубомир Радивојевић — Нови Сад - Каменица . 150 к.
79. Г. Љубисав Петровић, инж. поручник — Ниш . . . 150 д.
80. Г. М. Анастасијевић — Винковци . . . . 150 к.
81. Г-ђа Марија удова Алексијевића — Сентомаш . . . . 150 к.
82. Г-ђа Марија Ф. Енгелхарта за Крстомира Петровића из Јездина, ср. трнавскога . . . . 150 д.
83. Г. Марко Стојановић, адвокат и вицегувернер Народне Банке — Београд . . . . 150 д.
84. Г. др. Мика Кондорош, суд. бележник — Нови Сад . 150 к.
85. Г. Милан Јанковић, трговац — Велики Поповић . . 150 д.
86. Г. др. Милан Јовановић, проф. В. Академије—Београд 150 д.

87. Г. Милан Капетановић, проф. Вел. Школе — Београд 150 д.
88. Г. Милан Ђ. Милићевић, библиотекар — Београд · · 150 д.
89. Г. Милан Мостић, адвокат — Београд · · · · · · · · 150 д.
90. Г. Милан Петровић, велетржац — Вуковар · · · · 150 к.
91. Г-ђа Милева Ристићка — Чачак · · · · · · · · · · · 150 д.
92. Г. Милош В. Виложић, књижар — Београд · · · · 150 д.
93. Г. Милутин К. Драгутиновић, професор — Београд · 150 д.
94. Г. Милутин Марковић, члан Касационога Суда у пензији — Београд · · · · · · · · · · · · · · · · · 150 д.
95. Његово Преосвештенство Епископ г. Мирон Николић — Пакрац · 150 к.
96. Г. Мирослав Спајић, трговац — Митровица · · · · 150 д.
97. Г. др. Михаило В. Вујић, држ. саветник у пензији — Београд · 150 д.
98. Г. Михаило Павловић, трговац — Београд · · · · · 150 д.
99. Г-ђа Мица Косте Протића — Београд · · · · · · · · 150 д.
100. Г. Н. Н. · · Б. Гр. · · · · · · · · · · · · · · · · · 150 к.
101. Народна Банка — Београд · · · · · · · · · · · · · 150 д.
102. Наставнице Више Женске Школе 1895-6 г. — Београд 150 д.
103. „Немања", ложа слободних зидара — Ниш · · · · · 150 д.
104. Г. Нико Бошковић — Дубровник · · · · · · · · · · 150 к.
105. Г. Никола П. Пашић, пређ. председник министарскога савета — Београд · · · · · · · · · · · · · · · 150 д.
106. Г. др. Никола Радивојевић, адвокат — Загреб · · · 150 д.
107. Г. Никола Хаџи Тома, трговац — Београд · · · · 150 д.
108. Архимандрит г. Нићифор Дучић — Београд · · · · 150 д.
109. Нишки Официрски Дом · · · · · · · · · · · · · · · 150 д.
110. Окружни Одбор Ваљевски · · · · · · · · · · · · · 150 д.
111. Окружни Одбор Врањски · · · · · · · · · · · · · · 150 д.
112. Окружни Одбор Крушевачки · · · · · · · · · · · · 150 д.
113. Окружни Одбор Моравски · · · · · · · · · · · · · 200 д.
114. Окружни Одбор Подрински · · · · · · · · · · · · · 150 д.
115. Окружни Одбор Пожаревачки · · · · · · · · · · · 150 д.
116. Окружни Одбор Тимочки · · · · · · · · · · · · · · 150 д.
117. Општина Града Пожаревца · · · · · · · · · · · · · 150 д.
118. Општина Града Смедерева · · · · · · · · · · · · · 150 д.
119. Осечка српска православна црквена општина · · · 150 к.
120. Г. Пера П. Ђорђевић, држ. саветник у пензији — Београд · 150 д.
121. Г. Перо Дрљача, трговац — Босански Нови · · · · 150 к.

122. Г. Петар Веселиновић, управник Народне Задруге — Карловци . . . . 150 к.
123. Г. Петар Николић, трговац — Загреб . . . . 150 к.
124. Г. Петар Петровић — Будва . . . . 150 к.
125. Г. Риста И. Иванишевић, трговац — Мостар . . . 150 к.
126. Г. Риста Поповић, трговац — Голубац . . . . 150 д.
127. Г. С. Минх, индустријалац — Параћин . . . . 150 д.
128. Његово Преосвештенство Епископ Жички г. Сава — Краљево . . . . 150 д.
129. Ђенерал г. Сава Грујић, председник министарског савета у пензији — Београд . . . . 150 д.
130. Његово Високопреосвештенство г. Хаџи Сава Косановић, сарајевски митрополит у оставци . . . 150 к.
131. Г. Сава М. Новаковић, трговац — В. Најштат . . 150 к.
132. Г. Сава Ж. Обрадовић, трговац — В. Градиште . . 150 д.
133. Г. др. Светислав Шумановић, адвокат — Загреб . 150 к.
134. Г. Светозар Адамовић, трговац — Беч . . . . . . 150 к.
135. Г. Светозар Милосављевић, држ. саветник у пензији — Београд . . . . 150 д.
136. Г. Светозар Стаменковић, београдски трговац . . . 150 д.
137. Сентомашка српска црквена општина . . . . 150 к.
138. Г. Сима Р. Обрадовић, трговац — Београд . . . . 150 д.
139. Г. Г. Синови Димитрија Билића — Мостар . . . . 150 д.
140. „Слога“, богословско-књижевно друштво — С. Карловци 150 к.
141. Г. Спасоје Стевановић, трговац — Београд . . . . 150 д.
142. Срез Јадрански, Округа Подринскога . . . . 150 д.
143. Срез Јасенички, Округа Подунавскога . . . . 150 д.
144. Срез Лесковачки, Округа Врањскога . . . . 200 д.
145. Срез Подгорски, Округа Ваљевскога . . . . 150 д.
146. Срез Пчињски, Округа Врањскога . . . . 150 д.
147. Срез Ресавски, Округа Моравскога . . . . 150 д.
148. Срем.-Карловачка Задруга за помагање и штедњу . 150 к.
149. Г. Стеван Јевтовић, златар — Београд . . . . . . 150 д.
150. Г. Стеван Крстић, трговац — Паланка . . . . 150 д.
151. Г. Стеван Поповић-Вацки, нар. заступник на Хрватскоме Сабору — Товарник . . . . 150 к.
152. Г. Стеван Тубић, сврш. ученик Трг. Академије — Шид 150 к.
153. Г-ђа Теодора Бошковић за женску школу Божа Бошковића — Дубровник . . . . 150 к.
154. Г. др. Тоша Недељковић, адвокат — Земун . . . . 150 д.

155. Г. Урош Благојевић, учитељ — Београд . . . . 150 д.
156. Г. Урош Предић, сликар — Орловат . . . . 150 д.
157. Ученице Више Женске Школе 1895-6 г. — Београд 150 д.
158. Г. Филип Вујић, пређ. писар — Београд . . . . 150 д.
159. Г. Филип Јовановић, трговац — Крушевац . . . . 150 д.
160. Г. Франц Енгелхарт, књиговезац — Београд . . . . 150 д.
161. Г. Хенрик Лилер, професор — Београд . . . . 150 д.
162. Храм Св. Апостола и Евангелисте Марка — Београд 150 д.

Фонд попа Михалаћа

који се налази код Српске Књижевне Задруге

износи 1000 динара.

ПОВЕРЕНИЦИ
СРПСКЕ КЊИЖЕВНЕ ЗАДРУГЕ

Алексинац — Г. Петар М. Илић, професор
Г. Тихомиљ Р. Ђорђевић, професор
Аранђеловац — Г. др. Иван Лазаревић, ср. лекар
Бела Паланка — Г. Петар Ђ. Јелчић, порезник
Београд — Г. Анта Голубовић, учитељ
Г. Благоје Т. Недић, порезник у пензији
Г. Благоје Д. Тодоровић, секретар мин. привр.
Г. Божидар Јанковић, ђенералшт. потпуковник
Г. Владислав Т. Спасојевић, секретар В. Ш
Г. Владислав Чортановић, трговац
Г. Вукашин Ј. Петровић, министар у пенз.
Г. Гаврило Р. Раденковић, трговац
Г. Данило Романовић, трговац
Г. Димитрије А. Голубовић, чин. Беогр. Задр.
Г. Драгутин Топлица, учитељ
Г. др. Ђорђе С. Ђорђевић, професор
Г. Живојин Р. Мишић, ђенералштабни мајор
Г-ца Зорка А. Васиљевићева, кл. учитељица
Г. Илија Миљковић, учитељ
Г. Јеврем Ђуровић, чиновник Народне Банке
Г.Г. Јевта Павловић и Комп., трговци
Г. Јован Димитријевић, штампар Фабр. дувана
Г. Јоца Константиновић, трговац
Г-ца Катарина Николићева, телеграфиста
Г-ца Леносава Бошковићева, предавач
Г-ца Леносава Живковићева, учитељица
Г-ца Леносава Николићева, учитељица
Г-ца др. Љубица Ђурићева, лекар оп. болнице

	Г-ђа Љубица Чед. Марковића, кл. учитељ.
	Г. Љубо Јоксимовић, књижар
	Г. Милан А. Костић, философ
	Г. др. Милан Шевић, професор
	Г-ђа Милева Св. Вуловићка, управ. В. Ж. Ш.
	Г. Милорад П. Николић, трговац
	Г. Милорад Петровић, професор
	Г. Милош Валожић, књижар
	Г. Никола А. Николајевић, с. Упр. Др. Мон.
	Г. Никодим Ј. Васић, секретар мин. привр.
	Г. Петар К. Шрепловић, чин. Нар. Банке
	Г-ца Регина Јелишева, учитељица
	Г-ца Савка Радичевићева, учитељица
	Г. Светозар М. Вражалић, благајник
	Г. Светозар Томић, философ
	Г. др. Сима Тројановић, професор
	Г. Срећко П. Стевановић, учитељ
	Г. Станоје Николић, учитељ
	Г. Стеван У. Ђорђевић, учитељ
	Г. Таса Милићевић, порезник
	Г. Тодор Мијалковић, благ. Упр. в. одеће
	Г. Чедомиљ Јов. Марковић, капетан
Богатић —	Г. Здравко Пауновић, свештеник
Бољевац —	Г. Јован С. Тодоровић, ср. званичник
Ваљево —	Г. Војислав М. Андрић, књижар
	Г. Јован Молнар, књижар
	Г. Љубомир М. Павловић, професор
	Г. Стеван Т. Јанковић, пред. суда у пенз.
Варварин —	Г. др. Алекса М. Стојковић, ср. лекар
Вел. Градиште —	Г. Коста П. Петровић, књиговођа штед.
Вел. Јасикова —	Г. Прока Дамњановић, учитељ
Вел. Крсна —	Г. Војислав Н. Крупежевић, свештеник
Велико Село —	Г. Владимир Николић, учитељ
Власотинци —	Г. Михаило К. Михаиловић, учитељ
Владичин Хан —	Г. Јаков Васовић, порезник у пензији
	Г. Крста Ц. Денић, учитељ
Врање —	Г. Андра Ж. Радосављевић, окр. благ.
	Г. Светолик Краљевачки, књиг. штед.
Гор. Милановац —	Г. Тадија П. Костић, свештеник
Дервен —	Г. др. Мита Николић, ср. лекар

Д. Милановац —	Г. Петар С. Петковић, свештеник
Жабари —	Г. Илија Стошић, ср. начелник
Жагубица —	Г. Јован А. Јовановић, трговац
Зајечар —	Г. Ђорђе И. Ничић, директор
	Г. Милутин Станојевић, трговац
Ивањица —	Г. др. Недо Нешковић, ср. лекар
Јагодина —	Г. Риста Николић, професор
	Г. Сретен Ј. Николић, професор
Каран —	Г. Јевта П. Радовић, учитељ
Кладово —	Г. Ђорђе С. Којић, учитељ
Кнежица —	Г. Живко Р. Живковић, учитељ
Књажевац —	† Илија Поповић, предавач
	Г. Јеврем Николић, окр. благајник
	Г. Љубомир С. Јанковић, књижар
Крагујевац —	Г-ђа Круна Аћимовићка, упр. В. Ж. Ш.
	Г. Љубисав Јовановић, учитељ
	Г. Љубомир М. Протић, професор
	Г. Михаило П. Карић, учитељ
Краљево —	Г. Владимир М. Ђорђевић, наст. Р. Ш.
Крстац —	Г. Милија В. Карић, економ
Крупањ —	Г. Михаило Р. Пантић, књижар
Крушевац —	Г. Димитрије Ј. Тричковић, професор
	Г. Сибин Ђорић, свештеник
Лазаревац —	Г. Петар Кандић, поштар
Лапово —	Г. Љубомир Р. Јовановић, економ
Лесковац —	Г. Мирко М. Поповић, професор
	Г. Стеван Вилотијевић, књижар
Липолист —	Г. Живојин О. Крстић, учитељ
Лозница —	Г. Влада Д. Илић, адвокат
	Г. Милан Настић, учитељ
Љубовија —	Г. Стеван Ђорђевић, порезник
Медвеђа —	Г. Вукашин Жижић, учитељ
Мионица —	Г. Михаило Грујичић, учитељ
Митровица —	Г. Коста Ђ. Милојевић, цариник
Неготин —	Г. Ђорђе С. Стојковић, професор
Ниш —	Г. Браћа А. Павловићи, књижари
	Г. Велимир Павловић, учитељ
	Г. Ђорђе М. Поповић, књиг. дивизије
	Г. Мића Л. Ивковић, учитељ у пензији
	„Његош", дружина ђака гимназије

Обреновац —	Г. Милан В. Лазић, пређ. порезник
	Г. др. Платон Папакостопулос, ор. лекар
Паланка —	Г. Васа Симић, учитељ
Параћин —	Г. Ђорђе Јовановић, учитељ
	Г. Јован Митровић, директор
Пирот —	Г. Коста М. Поповић, суд. писар
	Г. Милан П. Зарић, професор
Пожаревац —	Г. Васа Живковић, ђакон
	Г. Васа Н. Петровић, професор
	Г. Драгослав Бошковић, пређ. суд. писар
Прокупље —	Г. Димитрије К. Славковић, окр. благај.
Пр̀ћиловица —	Г. Раша Митровић, учитељ
Радујевац —	Г. Паун Димитријевић, учитељ
Рача —	Г. Гаврило Ј. Ранковић, учитељ
	Г. Ђура Димитријевић, учитељ
Рашка —	Г. Васа Стојановић, поштар
Рогача —	Г. Таса Вукосављевић, свештеник
Рогачица —	Г. Стеван П. Јовановић, учитељ
Рековац —	Г. Андра Ј. Цветковић, књижар
Свилајнац —	Г. Никола Тодоровић, професор
	Г. Спира П. Станковић, ср. писар
Свилеува —	Г. Милан Р. Михаиловић, учитељ
Смедерево —	Г. Михаило Бобић, професор
	Г. Станиша Станишић, учитељ
Соко Бања —	Г. Љубомир С. Јанковић, књижар
Сурдулица —	Г. Илија Д. Златановић, ср. писар
Тамнич —	Г. Димитрије Д. Поповић, учитељ
Трстеник —	Г. Јован М. Вељић, учитељ
Ћићевац —	Г. Антоније Обреновић, учитељ
Ћуприја —	Г. Страшимир Гемовић, књижар
Ужице —	Г. Јован Дравић, предавач
	Г. Милутин В. Јагодић, телеграфист
	Г. Панта В. Ђукић, реалац
Уровица —	Г. Димитрије Грујић, свештеник
Црни Као —	Г. Витор Јелисијевић, учитељ
Чачак —	Г. Васа Филиповић, директор
	Г. Савко Филиповић, учитељ
Џеп —	Г. Стерија Васиљевић, учитељ

Шабац — Г. Павле Софрић, професор
„Поука“, дружина ђака гимназије

Подгорица — Г. Захарије Гвозденовић, професор
Цетиње — Г. Павле Поповић, професор

СКУПЉАЧИ ПРЕТПЛАТЕ

ЗА КЊИГЕ СРПСКЕ КЊИЖЕВНЕ ЗАДРУГЕ

Беловар — Г. Димитрије Кутузов, јеромонах
Бенковац — Г. Јово Димитровић, трговац
Беч — Г. Војислав Кујунџић, медецинар
Брод н/С. — Г. Душан Стојановић, порез. официјал
Будва — Г. Силвестар Ђ. Поповић
Будим Пешта — Г. др. Лаза Ненадовић
Вараждин — Г. Лазар Богдановић, парох
Вел. Бечкерек — Г. Богдан Свирчевић, учитељ
Вел. Кикинда — Српско Девојачко Друштво
Вел. Писаница — Г. Данило М. Илић, опћ. биљежник
Винковци — Г. др. Ђорђе Милашиновић, вар. лекар
Војка — Г. Стеван Личинић, учитељ
Врлика — Г. Нико Ристовић
Вршац — Г. Светозар Брашован, учитељ
Гор. Ковиљ — Г. Ђорђе Михаиловић, парох
Госпић — Г. Милан Тркуља, трговац
Грачац — Г. Јован Лабус, опћ. биљежник
Грац — Г. Петар К. Николић, медицинар
Даљ — Г. Спасоје Дедић, учитељ
Долово — Г. Миле Новаковић, учитељ
Доњи Лапац — Г. Милан А. Милићевић, рав. учитељ
Доњи Осек — Г. Стева Страјинић, тајник цркв. општине
Дрљача — Г. Родољуб Пајић, парох
Дубровник — Г. Јован Бућин, парох

Ердевик —	Г. Милан Црнојачки, учитељ
Загреб —	Г. Димитрије Грујић, учитељ
	Г. Милан Николић, ликвид. Срп. Банке
Задар —	Г. Михаил Драголовић, прото
Земун —	Г. Јова Карамат, штампар
Ириг —	Г. Василије Николајевић, прота
Карловац —	Г. Г. Браћа Милићевићи, трговци
Карловци —	Г. Паја Марковић, професор
Кијево —	Г. Стеван М. Димитријевић, свештеник
Кистањ —	Г. Ћиро Королија, поштар
Книн —	Г. Саво Ђ. Омчикус, трговац и посједник
Кобаш —	Г. Јован Јовановић, свештеник
Ковин —	Г. Добривоје Павловић
Коларић —	Г. Душан Малобабић, парох
Кореница —	Г. Стеван С. Калембер, трговац
Лежимир —	Г. Урош Возаровић, трговац
Манђелос —	Г. Ђока Теодосијевић, бележник
Мартонош —	Г. Тоша Петаковић, учитељ
Меленци —	Г. Коста Ристић, трговац
Меченчани —	Г. Васо Бањанин, свештеник
	Г. Јован Метлаш, управитељ шумарије
Митровица —	Г. Радивоје Поповић, уредник „Добротвора“
Могорић —	Г. Миланко Борић, свештеник
Нови Сад —	Г. Божидар Поповић, свештеник
	Г. Лука Јоцић, књижар
	Г. Тихомиљ Р. Остојић, професор
Обровац —	Г. Симо Миљуш, трговац
Огулин —	Г. Михаило Грубор, парох
Окучани —	Г. Васо Вукдраговић, учитељ
Ољаси —	Г. Саво Стојаковић, парох
Пакрац —	Г. др. Петар Јовановић, кот. лечник
Панчево —	Г. Вељко Константиновић, учитељ
Пачетин —	Г. Драгутин Протић, парох
Пераст —	Г. Милан Ђурчић
Перлез —	Г. Стојан Стакић, учитељ
Петриња —	Г. Јован Воркапић, катихета
	Г. Манојло Шумоња, учитељ у Учит. Школи
Петрово Село —	Г. Н. J. Балубџић, трговац
Плашка —	Г. Милета Скенџић, учитељ
Рогоље —	Г. Сима Д. Милеуснић, учитељ

Рума —	Г. Душан Поповић, учитељ
Свиница —	Г. Григорије В. Живковић, свештеник
Сент Андрија —	Г. Ђура Малаћ
Сењ —	Г. Ђура Грубор, гимн. учитељ
Сивац —	Г. Милош Рајић, парох
Слатина —	Г. Лазар Савић, учитељ
Сомбор —	Сомборска Српска Омладина
Сплет —	Г. др. Лујо Бакотић
Србобран —	Г. Ђура Страјић, свештеник
Стари Бечеј —	Г. Стеван Жекић, учитељ
Ст. Градишка —	Г. Софра Татомировић, учитељ
Стара Пазова —	Г. Раде Мандић, рав. учитељ
	† Стеван Шимић, парох
Стари Футог —	Г. Коста Шијачки, учитељ
Суботица —	Г. Самко Манојловић, благ. Пучке Банке
Темишвар —	Г. Душан Берић, учитељ
Херцег Нови —	Г. Вељко Радојевић
Черевић —	Г. Јоца Р. Марковић
Шид —	Г. Стева Благојевић, трговац

ИЗДАЊА СРПСКЕ КЊИЖЕВНЕ ЗАДРУГЕ

I коло (1892)

1. ЖИВОТ И ПРИКЉУЧЕНИЈА ДИМИТРИЈА ОБРАДОВИЋА, св. I, приредио Ж. Поповић . . . . 2 д.
2. С МОРА И СА СУВА, црте др. Милана Јовановића . . . . . 2 д.
3. ДАВОРЈЕ, J. С. Поповића, приредио Љ. Стојановић . . . . . 2 д.
4. БАКОЊА ФРА-БРНЕ, написао С. Матавуљ . . . . 3 д.
5. ДРАМАТСКИ СПИСИ КОСТЕ ТРИФКОВИЋА, св. I, приредио Д. А. Живаљевић . . . . 2 д.
6. ИСТИНСКА СЛУЖБА, од И. Н. Потаненка, превео М. Ђ.Милићевић 2 д.
7. ИСТОРИЈА СРПСКОГА НАРОДА, с погледом на историју суседних Хрвата и Бугара, написали Љ. Ковачевић и Љ. Јовановић, св. I. 2 д.

II коло (1893)

8. ЖИВОТ И ПРИКЉУЧЕНИЈА ДИМИТРИЈА ОБРАДОВИЋА, св. II, приредио Ж. Поповић . . . . 2 д.
9. МЕМОАРИ ПРОТЕ МАТИЈЕ НЕНАДОВИЋА, приредио Љуб. Ковачевић . . . . 4 д.
10. ДВА ИДОЛА, од Б. Атанацковића, приредио А. Гавриловић . . . 3 д.
11. КАМЕНО ДОБА, написао J. Жујовић, са 73 слике . . . . . . 3 д.
12. ПРВЕ ЖРТВЕ, припов. из срп. прошлости, написао А. Гавриловић 3 д.
13. ИЗ ПРИРОДЕ, мањи списи др. J. Панчића, приредио Ж. Живановић 3 д.
14. С ФРАНЦУСКОГ ПАРНАСА, преводи Влад. М. Јовановића . . 3 д.

III коло (1894)

15. АНТОЛОГИЈА ДУБРОВАЧКЕ ЛИРИКЕ, приредио М. Решетар 2 д.
16. ТАМО АМО ПО ИСТОКУ, црте др. Милана Јовановића, св. I. . 3 д.
17. ПЕСМЕ ЈОВАНА ИЛИЋА, приредио Љуб. Стојановић . . . . 3 д.
18. ДРАМАТСКИ СПИСИ КОСТЕ ТРИФКОВИЋА, св. II, приредио Д. А. Живаљевић . . . . 2 д.
19. ВОДЕНИЦА НА ФЛОСИ, од Џ. Елиота, превео А. Николић, св. I 3 д.
20. ВОДЕНИЦА НА ФЛОСИ, од Џ. Елиота, превео А. Николић, св. II 3 д.
21. ИСТОРИЈА СРПСКОГА НАРОДА, с погледом на историју суседних Хрвата и Бугара, написали Љ. Ковачевић и Љ. Јовановић, св. II 3 д.

IV коло (1895)

22. БАСНЕ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА, св. I, приредио А. Николић 2 д.
23. ДРУГА ПЕВАНИЈА ЗМАЈА J. ЈОВАНОВИЋА, св. I, приредио М. К. Драгутиновић . . . . 3 д.
24. НИЗ СТАРИЈИХ ПРИПОВЕДАКА, приредио А. Гавриловић . . 3 д.
25. ТАМО АМО ПО ИСТОКУ, црте др. Милана Јовановића, св. II. . 3 д.
26. БИЈЕСНИ РОЛАНДО, спјевао Л. Ариосто, препјевао Др. Станојевић, св. I. . . . . 3 д.
27. ТАРТИФ И ТВРДИЦА, комедије од Молијера . . . . . . 2 д.
28. ИЗ НАУКЕ О СВЕТЛОСТИ, написао Ђ. М. Станојевић, са 158 слика 3 д.

Свако засебно коло књига може се добити преко повереника или непосредно од Управе Српске Књижевне Задруге по цену од 10 динара.

1892